



Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha opgørelse og prognose 2010

Nord-Larsen, Thomas; Suadicani, Manne Kjell

Publication date:
2010

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Nord-Larsen, T., & Suadicani, M. K. (2010). *Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha: opgørelse og prognose 2010*. Skov & Landskab, Københavns Universitet. Arbejdsrapport / Skov & Landskab Nr. 113



Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha – opgørelse og prognose 2010

ARBEJDSRAPPORT SKOV & LANDSKAB

113 / 2010



Af Thomas Nord-Larsen og Kjell Suadicani



Titel

Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha
– opgørelse og prognose 2010

Forfatter

Thomas Nord-Larsen og Kjell Suadicani

Serietitel, nr.

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 113
Rapporten publiceres udelukkende på www.sl.life.ku.dk

Omslag

Jette Alsing Larsen

Forsidebillede

Bruno Bilde-Jørgensen

Bedes citeret

Thomas Nord-Larsen og Kjell Suadicani (2010): Træbrændsels-
ressourcer fra danske skove over ½ ha – opgørelse og prognose 2010.
Arbejdsrapport nr. 113, Skov & Landskab, Københavns Universitet,
Frederiksberg, 53 s.

ISBN

978-87-7903-497-6

Udgiver

Skov & Landskab
Københavns Universitet
Rolighedsvej 23
1958 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 15 01
E-post sl@life.ku.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt
anvendelse af Center for Skov, Landskab og Planlægnings navn kun
tilladt efter skriftlig tilladelse.

Forord

Anvendelsen af træ til energiformål har været stadigt stigende gennem de seneste 20 år. Med de seneste års øgede fokus på vedvarende energi, forventes anvendelsen af træ til energi fortsat at stige. Danmark har forpligtiget sig til at dække 30 % af det samlede energiforbrug med vedvarende energi fra 2020, og en væsentlig del af den vedvarende energi vil komme fra biomasse.

Det er derfor nødvendigt med en opdateret viden om, i hvor høj grad de danske skove kan bidrage til at imødekomme det stadigt stigende forbrug af træ til energiformål.

Formålet med denne opgørelse er at fremstille et estimat over de potentielle mængder af energitræ i de danske skove samt give et overslag over ressourcer uden for skovene. Opgørelsen fokuserer på perioderne 2010-2019, 2020-2029 og 2030-2039. Der er i denne undersøgelse fokuseret på en opgørelse dels af aktuel ressource, dels af enkle scenarier for de kommende perioder. Der er endnu ikke grundlag for vækstprognoser baseret på Danmarks Skovstatistik, hvorfor fremskrivningerne fortsat bygger på eksisterende produktionsoversigter.

Rapporten er finansieret af Energistyrelsen.

Hørsholm, april 2010

Sammendrag

Øget fokus på anvendelsen af vedvarende energikilder har betydet et øget forbrug af træ til energi gennem de seneste årtier. I 2008 udgjorde de vedvarende energikilder tilsammen 140 PJ eller 17 pct. af det samlede danske energiforbrug. Af det samlede forbrug af vedvarende energi udgør træ med 63 PJ den største energivare.

Hugsten af brændet har været nogenlunde konstant siden 1980'erne og omfatter omkring 300.000 kubikmeter eller 15-20 % af den samlede hugst. Hugsten af brændselsflis i de danske skove er til gengæld steget voldsomt. I 2008 udgjorde brændselsflis ca. 32 % af den samlede årlige hugst mod kun ca. 5 % i 1990. Det aktuelle forbrug af træbrændsler i den danske forsyning med vedvarende energi svarer til ca. 41 PJ.

Ønsket om en øget anvendelse af vedvarende energi – og øget uafhængighed af fossile brændsler, arbejdet med at opnå klimamålene for en reduktion af udledningen af CO₂ i Danmark og den stigende anvendelse af træbrændsler har medført et behov for at kende træbrændselsressourcernes størrelse for herved bedre at kunne planlægge deres udnyttelse og bidrag til at opnå energi og klimamål. Denne rapport fokuserer på beregningen af de potentielle træbrændselsressourcer i perioderne 2010-2019, 2020-2029 og 2030-2039. De potentielle ressourcer udgør skovenes og det åbne lands samlede produktionsformåen og vil alene blive udbudt på markedet, såfremt priserne på træ er tilstrækkeligt høje. Den realiserede ressource er den, der i sidste ende bliver markedsført under de gældende markedsforhold.

Beregningerne af de potentielle træbrændselsressourcer fra skovene bygger på data fra en række kilder. De grundlæggende data er baseret på Danmarks Skovstatistik's opgørelse af skovarealet og vedmassen fordelt på regioner og kommuner samt på træarter og aldersklasser. Ydermere indgår skovstatistikens fastsættelse af bonitet og kronedække i beregningerne af skovenes tilvækst.

Udover data fra Danmarks Skovstatistik indgår der i beregningerne en række matematiske modeller, der beskriver skovbevoksningers vækst. Endelig indgår der i beregningerne modeller, der beskriver aflægningen af sortimenter under forskellige forudsætninger. Modellerne har ikke i nærværende projekt kunnet udvikles og valideres yderligere, hvilket fremover vil kunne mindske den usikkerhed der er i opgørelsen.

Beregningen af de potentielle årlige hugster er i ressourceopgørelsen udført på tre forskellige scenarier, der beskriver en stigende intensitet i udnyttelsen af træbrændselsressourcen. I det enkelte scenarium varieres den kritiske udhugningsdiameter og aflægningsgrænsen

Scenarium 1. Der hugges brændselsflis af hele træer i tidlige tyndinger i nåle- og løvtræbevoksninger, hvor bevoksningsdiameteren ikke overstiger den kritiske udhugningsdiameter.

Scenarium 2. Som Scenarium 1. Yderligere hugges ved hovedskovning af nåletræbevoksninger brændselsflis af den del af stammemassen, hvis diameter er mindre end aflægningsgrænsen samt af grenmassen og af gren- og stammemassen under 10 cm ved hovedskovning af løvtræbevoksninger.

Scenarium 3. Som scenarium 2. Yderligere udnyttes i dette scenarium brændselsflis fra kombinerede tyndinger, således at der aflægges gavntræ ned til aflægningsgrænsen i nåletræ og ned til 10 cm i løvtræ, og herefter udnyttes topenden samt grenene til brændselsflis.

For alle scenarier er det forudsat, at der hugges brændselsflis af hele træer ved afvikling af arealer med driftsklassen bjergfyr.

Den årlige potentielle hugst i indeværende periode er beregnet til 2,98-3,94 mio. m³ afhængig af det valgte scenarium, den kritiske udhugningsdiameter og den valgte aflægningsgrænse. Den potentielle hugstmængde er stigende i de tre perioder og stiger således til 3,15-4,10 mio. m³ i perioden 2020-2029 og 3,49-4,34 mio. m³ i perioden 2030-2039, hovedsageligt som følge af en stigende hugst af nåletræ.

De potentielle årlige træbrændselsressourcer er beregnet til 1,08-2,04 mio. m³ (8,93-16,41 PJ) i perioden 2010-2019 afhængig af det valgte scenarium, den kritiske udhugningsdiameter og den valgte aflægningsgrænse. Den potentielle træbrændselsressource falder til 0,94-1,88 mio. m³ (7,92-15,32 PJ) i perioden 2020-2029 og stiger igen i perioden 2030-2039 til 1,08-1,90 mio. m³ (8,70-15,30 PJ).

Beregningerne er yderligere gennemført for mere ekstreme scenarier hvor en større del hugsten udnyttes til træbrændselsressourcer. Disse scenarier illustrerer de tilgængelige ressourcer i tilfældet af en meget stor efterspørgsel efter træbrændsler og potentialet er beregnet til 1,50-3,07 mio. m³ (12,28-23,65 PJ).

Det vurderes, at det mest sandsynlige scenarium for nuværende er scenarium 2 med en kritisk udhugningsdiameter på 16 cm og en aflægningsgrænse for gavntræ i nål på 14 cm. Dette scenarium giver i indeværende periode en samlet træbrændselsressource på 1,54 mio. m³ svarende til 12,58 PJ. I de to efterfølgende perioder er den tilsvarende årlige potentielle træbrændselsressource hhv. 1,38 og 1,46 mio. m³ (11,44 og 11,71 PJ).

Der foreligger ikke data, som kan belyse træbiomassen og tilvæksten udenfor skovene. En detaljeret analyse af træbrændselsressourcerne uden for skovene kan derfor ikke gennemføres i nærværende projekt. Der er taget kontakt til en række myndigheder og virksomheder, som forvalter de arealer, der indeholder biomasse, og hvorfra der potentielt eller aktuelt kan høstes biomasse i forbindelse med pleje, og de indsamlede oplysninger herfra ligger til grund for analysen. Der er fokuseret på biomasse til produktion af brændselsflis. Den potentielle energitræressource uden for skovene skønnes at ligge i området 400.000-550.000 tons per år svarende til 2,46-3,39 PJ/år. Udnyttelse af yderligere informationer kan forbedre opgørelserne.

Den samlede potentielle hugst i skovene er formentlig forholdsvis sikkert bestemt, mens fordelingen mellem gavntræ og energitræ er forbundet med større usikkerhed. Træbrændslerne uden for skovene er meget usikkert bestemt.

English Summary

During the last two decades, utilisation of wood for energy in Denmark has been steadily increasing. With the current focus on renewable energy, the usage of wood for energy will continue to increase. Denmark is obligated to have 30 percent renewable energy of the total energy consumption by 2020 and a substantial part of the renewable energy will come from woody biomass.

This rapport contains updated information on the potential resources of wood for energy from the Danish forests and a rough estimate of resources outside forests. Calculations are based on different scenarios for the utilisation of forest biomass and estimates of the annual potential resources are provided for the periods 2010-2019, 2020-2029 and 2030-2039. The prognosis is based on existing growth models, as the National Forest Inventory can not provide growth estimates so far.

The predicted potential resources depend on the scenario selected. The estimates range between 1.08 and 2.04 mio. m³ (8.93-16.41 PJ/yr) in 2010-2019. For more extreme utilisation of wood with considerable larger amounts being used for energy the resources range from 1.50 to 3.07 mio. m³/yr (12.28-23.65 PJ/yr). The resources outside the forests are estimated at 400,000-550,000 tonnes/year corresponding to 2.46-3.39 PJ/yr. However, the resources outside forests are estimated with a large degree of uncertainty.

Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
English Summary	6
1. Indledning	9
2. Data	12
2.1. Data fra Danmarks Skovstatistik.....	12
2.2. Data for træbrændselsressourcer uden for skovene.....	17
3. Metode.....	19
3.1. Beregninger	19
Arealstatistik	20
Fremskrivning af skovarealet.....	20
Tilvækstmodeller.....	21
Omregning til andre aflægningsgrænser	22
Beregning af de potentielle årlige hugstmængder.....	23
Beregning af de potentielle årlige træbrændselsressourcer.....	24
3.2. Scenarier.....	24
3.3. Beregning af de årlige potentielle energimængder	25
4. Resultater.....	27
4.1. Potentielle årlige hugstmængder	27
4.2. Den potentielle årlige mængde energitræ.....	29
4.3. Træbrændselsressourcer uden for skovene.....	32
5. Diskussion	35
5.1. Sammenligning med andre opgørelser af træbrændsels-ressourcerne.....	36
5.2. Sammenligning med tidligere undersøgelser	39
6. Kilder.....	40

Bilag 1. Samlede hugstmængder	43
Bilag 2. Potentielle træbrændselsressourcer	44
Bilag 3. Potentielle energimængder ved afbrænding af træbrændsler	47
Bilag 4. Potentielle træbrændselsressourcer (ekstrem)	50
Bilag 5. Potentielle energimængder ved afbrænding af træbrændsler (ekstrem)	52

1. Indledning

Med Kyoto-protokollen har EU forpligtet sig til at nedbringe udledningen af drivhusgasser i perioden 2008-2012 til et niveau, der ligger 8 pct. under niveauet i 1990. Danmarks andel af denne forpligtigelse svarer til en reduktion på 21 pct. af udledningen i forhold til niveauet i 1990. Endvidere har Det Europæiske Råd i oktober 2009 tilsluttet sig et EU-mål om at reducere drivhusgasemissionerne med 80-95 pct. i 2050 i forhold til 1990. En sådan reduktionsforpligtelse vil for Danmark betyde, at udledningerne skal være bragt ned til mellem 0,6 og 2,4 ton CO₂-ækvivalent pr. indbygger i 2050 mod 12,2 ton pr. indbygger i 2007. En del af denne reduktion forventes opnået gennem overgang til vedvarende energikilder og vil indgå som en del af den kommende klimastrategi for perioden 2013-2020.

Ifølge den danske energiaftale fra 2008 arbejdes der på, at vedvarende energi skal udgøre 20 pct. af bruttoenergiforbruget i 2011. EUs klima- og energipakke fra december 2008 fastslår, at vedvarende energi skal udgøre 30 pct. af det endelige energiforbrug i 2020 i Danmark. Dette er en skærpelse i forhold til tidligere energistrategier og vil blive udmøntet i bl.a. handlingsplanen for vedvarende energi (VE-handlingsplanen). Vedvarende energi skal yde et stadig større bidrag til den danske energiforsyning. Det langsigtede mål er at gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler, hvilket Klimakommissionen i efteråret 2010 skal præsentere forslag til.

Øget fokus på anvendelsen af vedvarende energikilder som eksempelvis træ, halm eller vind har øget forbruget af træ til energi gennem de seneste årtier i såvel Danmark som mange andre lande. I 2008 udgjorde de vedvarende energikilder tilsammen 140 PJ eller 17 pct. af det samlede danske bruttoenergiforbrug (Energistyrelsen, 2010; Tabel 1). Af det samlede forbrug af vedvarende energi udgør træ med 63 PJ den største energivare.

Produktionen af energi fra træ i Danmark falder inden for tre forskellige kategorier: 1) brænde, der anvendes i brændeovne og brændefyr i mange private hjem, 2) brændselsflis, der i hovedsagen anvendes i kraftvarmeværker og 3) træpiller, der overvejende importeres og anvendes både i private hjem og i kraftvarmeværker. Brændets andel af den samlede danske hugst har været nogenlunde konstant siden 1980'erne og omfatter omkring 300.000 kubikmeter eller 15-20 % af den samlede hugst. Mængden af brændselsflis fra de danske skove er til gengæld steget voldsomt. I 2008 udgjorde brændselsflis ca. 32 % af den samlede årlige hugst mod kun ca. 5 % i 1990.

Behovet for at få et solidt og velunderbygget grundlag for den fremtidige energipolitik og handlingsplaner for øget anvendelse af vedvarende energi koblet med en stigende anvendelse af navnlig brændselsflis har medført et behov for at kende træbrændselsressourcernes størrelse for herved at kunne planlægge udbygningen af vedvarende energi. De danske træressourcer har følgelig været genstand for en række undersøgelser gennem de sidste 15 år (Lind, 1994; Nord-Larsen og Heding 2002).

Tabel 1. Faktisk produktion og forbrug af energi fra vedvarende energikilder i perioden 1980-2008 (Energistyrrelsen, 2010).

Direkte energiindhold	1980	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
TJ								
Vedvarende energi	24,085	47,688	58,160	77,519	109,941	111,473	122,968	121,522
Solenergi	50	100	213	335	419	436	469	506
Vindkraft	38	2,197	4,238	15,268	23,810	21,989	25,816	24,940
Vandkraft	123	101	109	109	81	84	102	93
Geotermi	0	96	94	116	132	534	575	875
Biomasse	23,384	41,980	48,817	55,194	74,978	77,351	84,335	81,714
- Halm	4,840	12,481	13,050	12,220	18,485	18,538	18,389	15,363
- Brændselsflis	0	1,724	2,340	2,744	6,082	6,780	7,010	7,867
- Brænde	7,621	8,757	11,479	12,432	17,667	19,017	25,022	25,022
- Træpiller	0	1,575	2,099	2,984	3,262	2,343	2,453	2,380
- Træaffald	3,710	6,191	5,694	6,895	6,500	6,952	7,327	5,928
- Affald, bionedbrydeligt	7,213	10,508	13,904	17,870	22,222	22,594	23,019	23,550
- Fiskeolie	0	744	251	49	761	1,126	1,114	1,606
Biodiesel	0	0	0	0	2,632	2,632	2,637	3,723
Biogas	184	752	1,758	2,912	3,830	3,919	3,914	3,928
Varmepumper	306	2,462	2,931	3,585	4,058	4,528	5,120	5,743
Import af vedvarende energi			223	2,466	16,286	17,234	18,083	21,685
Brænde					1,963	2,113	2,176	2,176
Brændselsflis				305	1,521	1,695	1,753	3,371
Træpiller			233	2,161	12,802	13,275	13,902	15,928
Bioethanol						151	252	210
Biodiesel								
Export af vedvarende energi					2,632	2,632	2,632	3,401
Biodiesel					2,632	2,632	2,632	3,401
Forbrug af vedvarende energi	24,085	47,688	58,393	79,985	123,595	126,075	138,418	139,807

Tidligere opgørelser af de potentielle træbrændselsressourcer byggede på skovtællinger udført i 1990 og 2000. Skovtællingerne blev udført af Danmarks Statistik som spørgeskemabaserede totaltællinger, hvor skovejerne indsendte oplysninger om skovarealet og dets fordeling til træarter og bevoksningsaldrer.

I 2002 afløste Danmarks Skovstatistik de tidligere skovtællinger. Danmarks Skovstatistik er baseret på stikprøvevise målinger i skov udført af særligt uddannet personale og vurderes at give mere præcise og detaljerede opgørelser end skovtællingerne. Danmarks Skovstatistik har produceret overraskende resultater med hensyn til skovens størrelse og deres samlede vedmasse. Skovens samlede areal estimeres således omtrent 10 % større end hidtil antaget, og vedmassen estimeres at være 25 % større end i skovtællingerne, som baserede deres vedmasseopgørelse på produktionsoversigterne. Heraf følger, at en række forudsætninger i de tidligere opgørelser nu viser sig ikke at holde.

Ud over skovens træbrændselsressourcer er der betydelige mængder træbiomasse udenfor skovene. Biomassen findes i hegn, som vejplantninger, langs jernbanestrækninger, omkring offentlige bygninger, i parker og om-

kring idrætsanlæg, i private haver mm. Der er tale om en meget heterogen gruppe af biomasse. Tilgængeligheden varierer meget, og det gør kvaliteten af brændslet også. Heraf følger at en opgørelse af ressourcens størrelse er vanskelig og derfor ikke tidligere har været forsøgt.

På den baggrund er det rapportens formål at kortlægge træbrændselsressourcerne i de danske skove i dag og i de kommende 30 år med udgangspunkt i data fra Danmarks Skovstatistik samt skønsmæssigt at vurdere størrelsen af de vigtigste ressourcer uden for skovene. Herved er det målet at forbedre grundlaget for en øget udnyttelse af træ til energiformål.

2. Data

Beregningerne af de potentielle træbrændselsressourcer bygger på data fra en række kilder. De grundlæggende data er baseret på Danmarks Skovstatistik's opgørelse af skovarealet og vedmassen fordelt på regioner og kommuner samt på træarter og aldersklasser. Ydermere indgår skovstatistikens fastsættelse af bonitet og kronedække i beregningerne af skovens tilvækst.

Udover data fra Danmarks Skovstatistik indgår der i beregningerne en række matematiske modeller, der beskriver skovbevoksningens vækst. De matematisk formulerede produktionsoversigter er udviklet af Skov- og Naturstyrelsen (Skov- og Naturstyrelsen, 1976) som drifts- og planlægningsredskab. Endelig indgår der i beregningerne modeller, der beskriver aflægningen af sortimenter under forskellige forudsætninger.

2.1. Data fra Danmarks Skovstatistik

Opgørelser af de danske skoves areal og sammensætning har været gennemført med jævne mellemrum siden 1881. Siden 1951 er disse skovtællinger blevet gennemført som spørgeskemabaserede indberetninger, hvor den enkelte skovejjer indberettede ejendommens skovareal og dets fordeling til arts- og aldersklasser. I takt med at skovens funktioner er blevet mere alsidige, er efterspørgslen efter detaljeret og mere kompleks information om skovene blevet stadigt større. For at imødekomme disse krav indledte Skov & Landskab i 1998 arbejdet med en ny skovstatistik baseret på stikprøvevise målinger i skov. Indsamlingen af data til den Danmarks Skovstatistik startede i 2002, og kører som en årlig indsamling af data og opdatering (Nord-Larsen et al., 2008).

Danmarks Skovstatistik (også kaldet NFI - National Forest Inventory), er baseret på et stort antal prøveflader lagt ud over landet i et 2 x 2 km net. I hvert punkt er placeret en gruppe bestående af fire prøveflader i hjørnerne af et kvadrat på 200 x 200 meter (se figur 1). Ved hjælp af flyfotos vurderes alle prøveflader. Alle prøveflader, der er placeret i skov eller på et andet træbevokset areal, bliver målt. Prøvefladerne er cirkulære med en radius på 15 meter. I tilfælde, hvor den enkelte prøveflade gennemskæres af eksempelvis markskel eller bevoksningens grænser, deles prøvefladen op i mindre enheder.

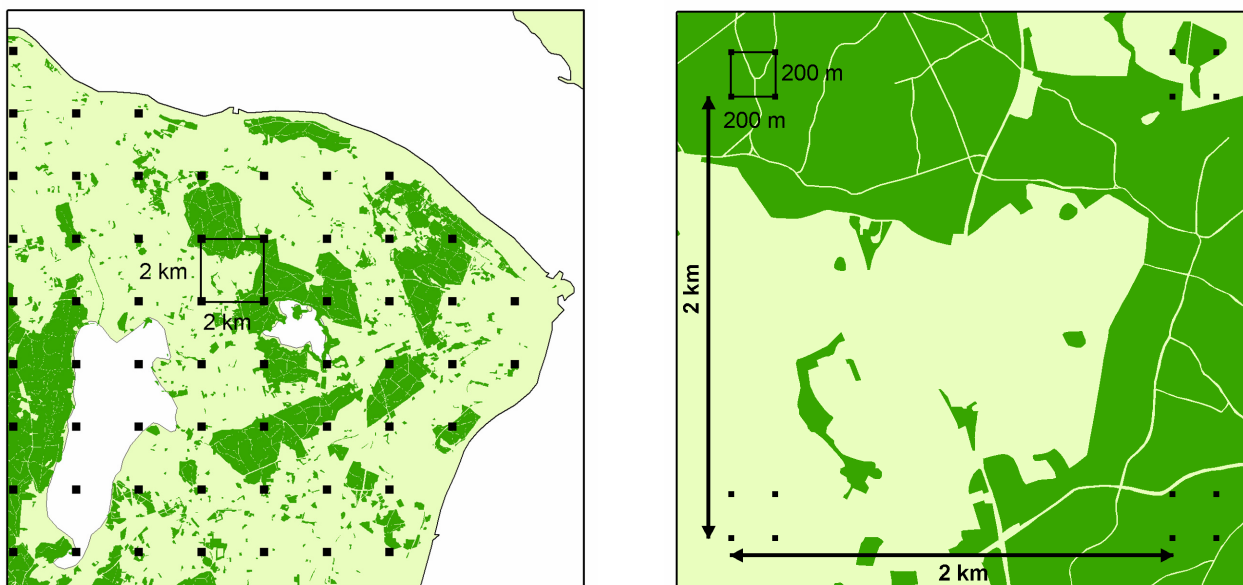
På skovstatistikens prøveflader foretages der registreringer af ejerforhold, skovtypen, skovbevoksningens oprindelse og behandling samt terræn-, jordbunds- og dræningsforhold. På prøvefladerne måles træernes diameter, og på et tilfældigt udsnit foretages yderligere målinger af højde, alder, kronehøjde, tvegehøjde og støddiameter samt registrering af frøsætning, nåle-/bladtab, misfarvning af løvet og tilstedeværelse af mosser og laver. På prøvefladerne foretages der endvidere målinger af hugst, dødt ved, foryngelse, flora og skader på skovens træer.

Faktabox: Skovdefinitioner

Skov: Areal større end 0,5 hektar og en minimumsbredde på 20 m med træer højere end 5 meter og et kronedække på mere end 10 pct. eller med træer, der potentielt er i stand til at nå disse værdier på voksestedet. Definitionen inkluderer ikke arealer domineret af landbrugs- eller bymæssig anvendelse, herunder sommerhusområder.

Andet træbevokset areal: Arealer med samme arealkrav som for skovdefinitionen, men et kronedække på 5-10 pct. af træer højere end 5 meter eller træer, som på voksestedet potentielt er i stand til at nå disse værdier; eller arealer med et kronedække større end 10 pct. af træ- eller buskarter, der ikke er i stand til at nå en højde på mere end 5 meter på voksestedet.

De mange forskellige typer af information, der indsamles i forbindelse med Danmarks Skovstatistik, muliggør mange forskellige sammenstillinger af skovstatistikens variable. Samtidig muliggør de direkte målinger af træerne på prøvefladerne beregninger af eksempelvis vedmasse og tilvækst uden at anvende modeller for skovens udvikling. Endelig er det muligt at sammenkæde skovstatistikens data med anden geografisk information, fordi den enkelte prøveflade er fastlagt med stor geografisk nøjagtighed.



Figur 1. Opbygning af Danmarks Skovstatistik. Grupper af prøveflader er placeret med en indbyrdes afstand på 2 km. Hver gruppe består af fire prøveflader placeret i et kvadrat med sidelængde 200 m.

For at skabe grundlag for beskrivelse af udviklingen over tid, er omkring en tredjedel af prøvefladerne permanente. Det indebærer, at disse prøveflader vil indgå i alle fremtidige landsdækkende skovstatistikker. De øvrige to tredjedele af alle prøveflader er midlertidige og måles kun én gang. Nye midlertidige prøveflader udlægges i hver periode. Formålet med denne kombination af faste og midlertidige prøveflader er at få det bedst mulige

grundlag for at beskrive både tilstand (på grundlag af alle prøveflader) og udvikling (på grundlag af alle faste prøveflader).

Som følge af omfanget af Danmarks Skovstatistik kan ikke alle prøveflader måles i et og samme år. Derfor måles en femtedel af prøvefladerne hvert år over en femårig periode. Dette giver fremover mulighed for en løbende opdatering af skovstatistiske data. Den første rotation blev gennemført i perioden 2002-2006. Den anden rotation – med genmåling af det permanente prøveflader – dækker perioden 2007-2011, hvoraf der stadig mangler de sidste to års målinger.

Måleperioden 2005-2009 danner grundlag for opgørelsen af arealer og vedmasser i 2007. Målingerne omfatter samlet set 43.017 prøveflader, hvoraf 8.704 blev vurderet til være skovdækkede (tabel 2). At der i målesæsonen er målt betydeligt flere prøveflader, end der er udpeget, skyldes, at måleholdene er instrueret i at besøge alle prøveflader i en gruppe, uanset om disse prøveflader er vurderet til at indeholde skov. En del prøveflader, der var vurderet til at indeholde skov ud fra luftfotos, blev ikke målt i årene 2005-2007. Dette skyldes hovedsageligt kapacitetsmæssige problemer samt tidskrævende ændringer i indsamlingen af data.

Tabel 2. Antal prøveflader i målesæsonen 2005-2009. Prøveflader, der ud fra luftfotos er vurderet til at indeholde skov, er angivet som "Udpeget". Prøveflader, der er målt i felten, er angivet som "Målt". Prøveflader, der er udpeget men som ikke er målt i felten, er angivet som "Mangler". Prøveflader, der har skov eller anden træbevoksning, er angivet som "Skov".

Årstal	Total	Udpeget	Målt	Mangler	Skov
I alt	43.017	8.704	11.847	602	6.481
2005	8.594	1.590	1.462	166	1.208
2006	8.531	1.620	1.470	187	1.153
2007	8.644	1.804	2.588	246	1.215
2008	8.644	1.893	3.183	3	1.490
2009	8604	1797	3144	0	1415

Danmarks Skovstatistik vurderes at give et mere præcist billede af de danske skove og plantager end de tidligere skovtællinger. Danmarks Skovstatistik benytter sig tillige af en anden metode og giver derfor også et andet billede af de danske skove og plantager end de tidligere skovtællinger. Danmarks Skovstatistik anvender FAO's definition på skov som kriterium til at vurdere, om der er skov på et givet areal, og det medfører at flere arealer falder ind under skov end i skovtællingerne, hvor spørgeskemaerne kun udsendtes til de ejendomme, hvorpå der var registreret skov.

Ud fra målingerne i 2005-2009 er det samlede skovareal bestemt til 579.563 ha (tabel 3), hvilket er 19 % større end arealet, som blev opgjort ved skovtællingen i 2000. Ændringen i skovarealet skyldes dels, at der er sket en vis skovrejsning i perioden, men den mest betydende årsag er formentlig forskellen mellem den spørgeskemabaserede undersøgelse i 2000 og den stikprøvebaserede undersøgelse.

I forhold til skovtællingen i 2000 er andelen af løvtræ steget fra 37 % til 47 %. Den mest almindelige træart er fortsat rødgran, der dækker 18 % af skovarealet, mens bøg som den næstmest almindelige træart dækker 15 % af skovarealet. Årsagen til ændringerne i træartsfordelingen skyldes formentlig hovedsageligt ændringer i undersøgelsesmetode, selvom der utvivlsomt er sket en vis konvertering til løvtræ.

Tabel 3. Fordelingen af skovarealet i hektar til træarter og aldersklasser. Baseret på målinger i Danmarks Skovstatistik for perioden 2005-2009.

Alders klasse	Total	Hjælpe arealer	Træbevokset	Midler tidigt ubevokset	Løvtræ	Bøg	Eg	Ask	Ær	Andet løv	Nåletræ	Rødgran	Sitkagran	Ædelgran	Fyr	Nord- manns- gran	Nobilis	Andet nål	Ukendt
Total	579.563	7.879	571.685	12.012	256.282	81.052	58.421	19.280	17.026	80.503	293.200	98.392	34.988	15.860	65.917	27.768	12.618	37.658	10.190
Ukendt	84.998	7.879	77.120	12.012	41.372	10.246	6.816	4.658	5.172	14.479	13.546	3.268	1.562	498	3.744	1.917	750	1.806	10.190
5	42.871		42.871		19.675	2.743	5.641	972	.545	9.774	23.196	2.680	1.702	126	2.403	10.906	1.142	4.238	
15	79.222		79.222		29.354	5.704	7.961	967	.998	13.723	49.868	12.932	6.104	562	9.023	10.152	4.600	6.495	
25	71.046		71.046		22.302	3.457	4.748	1.147	2.169	10.781	48.745	20.546	7.127	1.600	10.476	1.843	3.039	4.114	
35	73.076		73.076		25.516	3.306	5.423	1.866	2.369	12.552	47.560	17.448	6.480	3.203	12.276	1.430	1.240	5.482	
45	76.783		76.783		25.745	5.406	5.351	2.042	2.793	10.152	51.039	20.988	5.193	4.864	10.232	1.266	1.032	7.463	
55	52.746		52.746		19.114	5.247	5.985	1.969	1.389	4.523	33.633	12.463	3.572	3.219	8.176	.254	716	5.233	
65	28.219		28.219		13.897	4.859	4.472	2.305	874	1.387	14.322	5.502	2.190	953	3.856			1.823	
75	19.415		19.415		13.045	6.393	3.267	1.116	413	1.855	6.370	1.398	873	544	3.072		98	385	
85	12.409		12.409		10.265	5.999	2.045	1.265	291	666	2.143	591	151	253	800			348	
95	9.325		9.325		8.411	5.631	1.796	489	12	483	914	249	34	38	535			58	
105	9.008		9.008		7.933	6.205	1.366	341		20	1.075	214			754			107	
115	4.768		4.768		4.298	3.768	530				470	6			464				
125	4.864		4.864		4.757	3.612	1.145				107							107	
135	2.254		2.254		2.254	1.503	538	107		107									
145	3.644		3.644		3.644	3.241	404												
>150	4.915		4.915		4.701	3.732	933	36			214	107			107				

I de tidligere opgørelser af de danske træbrændselsressourcer har man forudsat en gennemsnitlig bevoksningsprocent i de danske skove på 90 %. På grundlag af målingerne fra Danmarks Skovstatistik er den faktiske gennemsnitlige kroneslutningsgrad opgjort for træarter og aldersklasser (tabel 4). Målingerne afslører, at der er store forskelle på kroneslutningsgraden mellem de forskellige træarter. Således er kroneslutningsgraden for bøg relativt høj med et kronedække på omkring 90 %. Kroneslutningsgraden er noget lavere i specielt ældre nåletræbevoksninger, hvilket formentlig er en følge af stormfald og angreb af barkbiller og andre skadevoldere. Det er valgt i denne opgørelse af anvende de træarts- og aldersklasse- og kroneslutningsgrader i stedet for en gennemsnitlig bevoksningsprocent, selvom de to parametre ikke helt dækker over det samme.

Tabel 4. Den gennemsnitlige kroneslutningsgrad fordelt på træarter og aldersklasser.

Al- derskl asse	Løvtræ	Bøg	Eg	Ask	Ær	Andet løv	Nåle træ	Rød gran	Sitka gran	Ædel gran	Fyr	Nord manns gran	Nobilis	Andet nål
5	36	38	27	38	27	42	34	36	38		43	32	21	34
15	74	79	75	71	94	70	70	77	80	84	65	61	59	76
25	74	91	78	74	78	67	77	82	87	89	63	70	68	79
35	77	88	80	77	86	72	77	81	87	84	65	88	75	77
45	80	89	76	80	90	73	76	77	78	81	70	79	66	76
55	83	90	80	80	86	78	74	76	75	82	67		69	76
65	82	89	79	70	92	80	70	65	80	86	66			72
75	83	85	81	81		76	71	65	75	85	67			88
85	88	90	87	84		74	76	77			68			
95	83	85	77	84		86	76							
105	86	87	87				79				83			
115	82	82	81				72				72			
125	83	81	88											
135	88	91	89											
145	87	87												
>150	85	85	87											

2.2. Data for træbrændselsressourcer uden for skovene

Træbrændselsressourcerne uden for skovene omfatter haveaffald, træ fra rydning/foryngelse af juletræs- og frugtplantager, træ fra rydning og pleje af læhegn, træ der ryddes i forbindelse med byggemodning og vejbyggeri samt træ fra pleje af bevoksning langs baner og veje.

De lettest tilgængelige træbrændselsressourcer uden for skovene udnyttes allerede til produktion af brændselsflis. Brændselsflisen produceres i forbindelse med pleje af arealerne. Det gælder pleje af læhegn, rydning/foryngelse af juletræsplantager og frugtplantager, og rydning af træer, der fjernes ved byggemodning, vejbyggeri mm.. Juletræsplantager er jf. FAO's definition kategoriseret som skov, og er derfor behandlet under ressourcerne i skovene, hvorimod frugtplantagerne ikke er kategoriseret som skov.

Inden for alle kategorier er der ressourcer, som ikke udnyttes. Træer og buske skæres ned og efterlades på arealet, hvor biomassen nedbrydes biologisk. Andre steder dør træer og buske naturligt og efterlades. Der ses f.eks. stadig mange døde elmetræer rundt omkring ejendomme i det åbne land.

Der foreligger ikke data, som kan belyse størrelsen og tilvæksten af træbrændselsressourcen udenfor skovene. En detaljeret analyse af denne ressource kan derfor ikke gennemføres. Det er dog muligt skønsmæssigt at vurdere størrelsen af de vigtigste fraktioner ud fra arealestimater og skønnede vedmasser og tilvækster. I de tilfælde, hvor ressourcen allerede indsamles og udnyttes er det muligt at skaffe data over den realiserede biomasse. På baggrund af ovenstående er det dog langt mere usikkert at skønne over de potentielle træbrændselsressourcer uden for skovene end i skovene.

Der er taget kontakt til en række myndigheder og virksomheder, som forvalter de arealer, der indeholder biomasse, og hvorfra der potentielt eller aktuelt kan høstes biomasse i forbindelse med pleje, og det er de indsamlede oplysninger herfra, der ligger til grund for analysen. Der er fokuseret på biomasse der kan udnyttes til brændselsflis. Potentialet fra haver og lign. indgår delvis i opgørelsen fra genbrugspladserne, men har derudover ikke kunnet opgøres i nærværende projekt. Informationer fra f.eks. satellitbilleder forventes at kunne bidrage til opgørelser over mængderne, men har ikke kunnet inddrages i dette projekt.

Tabel 5. Myndigheder der forvalter træbrændselsressourcer uden for skovene.

Myndighed/virksomhed	Arealer/ressourcer
Kommunernes Landsforening	Kommuneveje, idrætsanlæg, parker, naturområder, genbrugspladser
RenoSam	Sammenslutning af de fælleskommunale affaldsselskaber
Solum Gruppen A/S	Selskab, der aftager haveaffald fra de fælleskommunale affaldsselskaber
Banestyrelsen	Jernbanenettet
Vejdirektoratet	Statsvejene
Danmarks Miljøundersøgelser	Undersøgelse af hegn i Danmark
HedeDanmark	Pleje af arealer i det åbne land
Miljøstyrelsen	Fører statistik over affald og genanvendelse (ISAG)

3. Metode

De potentielle træbrændselsressourcer kan siges at udgøre alt træ og alle udtjente træprodukter, der ikke er imprægneret eller overfladebehandlet med miljøfremmede stoffer. Således kan de potentielle træbrændselsressourcer identificeres som træ fra skove og andre træbevoksede arealer, resttræ fra savværks- og træindustrien i produktledet samt brugte og udtjente træprodukter fra konsumentledet.

Nærværende opgørelse og prognose medtager alene den del af træbrændselsressourcerne, der kommer fra skovene (jvf. FAO's skovdefinition). Opgørelsen medtager således ikke træbrændselsressourcerne fra savværks- og træindustrien samt ressourcerne fra konsumentledet på trods af denne resources betydelige størrelse. Opgørelsen indeholder dog et kvalificeret skøn for træbrændselsressourcen fra mindre skove, læhegn, parker, vejtræer, kirkegårde, naturarealer, frugtplantager m.v.

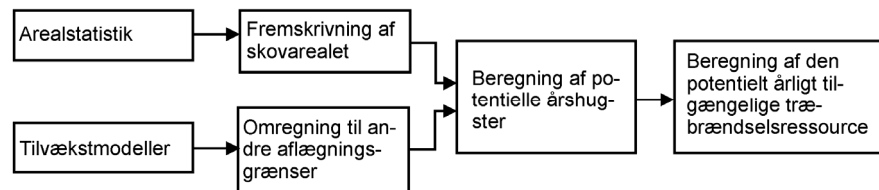
Denne rapport fokuserer på beregningen af de potentielle ressourcer. De potentielle ressourcer udgør skovenes samlede produktionsformåen og vil alene blive udbudt på markedet, såfremt priserne på træ er tilstrækkeligt høje. Den realiserede ressource er den, der i sidste ende bliver markedsført under de gældende markedsforhold.

Det er vigtigt at gøre sig forskellen mellem den realiserede og potentielle ressource klar, når man skal forholde sig til rapportens resultater. Denne undersøgelse koncentrerer sig alene om at opgøre de potentielle ressourcer og opstiller således ikke eksplicit modeller for den udbudte ressource ved forskellige markedsforhold. Dette skyldes bl.a., at sammenhængen mellem priserne på råtræ og udbuddet er svær at analysere, hvilket er en følge af, at skovbevoksninger skal tyndes for at sikre en god kvalitet og højere værdi af den fremtidige bevoksning. Således vil der stadig blive udbudt træ, selvom der ikke kan opnås et positivt dækningsbidrag ved tynding og hugst. Endvidere er udbuddet af træbrændsler under indflydelse af prisen på gavntræ såsom tømmer, cellulosetræ, spånpladetræ og emballagetræ, hvorfor sammenhængen mellem pris og udbud bliver kompleks. Da det slutteligt er rapportens mål at undersøge den totale tilgængelige træbrændselsressource, er det valgt alene at fokusere på den potentielle ressource.

3.1. Beregninger

Rapportens beregninger bygger grundlæggende på Danmarks Skovstatistik's opgørelse af Danmarks skovareal og på modeller, der beskriver træernes vækst. På grundlag af status for det produktive skovareal foretages en fremskrivning af skovarealet ved hjælp af modeller for afvikling og foryngelse af modne bevoksninger og periodens forventede skovrejsning. Ud fra tilvækstmodellerne beregnes den potentielle årlige hugst i skovene som gennemsnitlige årlige hugster over en tiårs periode, som omsættes til sand salgbar vedmasse ved andre aflægningsgrænser end angivet i tilvækstmodeller-

ne. Den potentielle årshugst danner slutteligt grundlag for beregningen af de potentielt tilgængelige træbrændselsressourcer fra skovene som gennemsnitligt årligt tilgængelig vedmasse over en tiårs periode (se figur 2).



Figur 1. Rutediagram der viser opbygningen af rapportens beregninger. Dette diagram vises ved indledningen af hvert kapitel, idet det trin, læseren er nået til i beregningsgangen, er fremhævet.

Den grundlæggende model, der anvendes ved beregningerne, er identisk med den, der blev anvendt i den foregående opgørelse af de potentielle træbrændselsressourcer (Nord-Larsen og Heding, 2002). For en mere grundig gennemgang af beregningsgangene henviser vi til dette arbejde.

Arealstatistik

Grundlaget for beregningerne udgøres af målingerne på Danmarks Skovstatistikks prøveflader i perioden 2005-2009. Idet det antages at udviklingen i skovarealet er nogenlunde jævn, er udgangspunktet for beregningerne periodens midtpunkt – altså status i 2007. Beregningerne tager udgangspunkt i skovarealets fordeling til kommuner, træarter og aldre.

Der opereres i beregningerne med i alt 14 driftsklasser (tabel 6). Heraf er de 12 bevoksede driftsklasser, sammensat af arter med fælles karakteristika, mens de to sidste dækker over permanent ubevoksede hjælpearealer og midlertidigt ubevoksede arealer. Midlertidigt ubevoksede arealer er arealer, hvor hovedskovning har fundet sted, men hvor genkultivering endnu ikke er foretaget. Permanent ubevoksede arealer er typisk hjælpearealer såsom læssepladser. På en mindre del af det samlede skovareal er der ikke konstateret en træart. Dette areal er fordelt til de øvrige driftsklasser proportionalt med deres andel af den enkelte kommunes skovareal.

Hver af driftsklasserne er yderligere fordelt til tiårige aldersklasser. For en del af skovarealet er aldersklassen ikke kendt. Disse arealer er fordelt til de øvrige aldersklasser for den pågældende driftsklasse og kommune proportionalt med disses andel af den samlede driftsklasses areal.

Fremskrivning af skovarealet

Skovarealet fremskrives for hver tiårig periode ud fra en antagelse om, at arealet for den enkelte drifts- og aldersklasse i den efterfølgende periode er lig arealet i den foregående periode minus det areal, der er blevet afdrevet i perioden – hovedskovningsarealet.

Tabel 6. Opdelingen af skovtræarterne til driftsklasser

Driftsklasse	Træarter
Bøg	Bøg
Eg	Eg
Ask	Ask
Ær	Ær
Andet løv	Birk, El, Elm, Lind, kirsebær, poppel, rødeg, avnbøg m.fl.
Rødgran	Rødgran
Sitkagran	Sitkagran
Ædelgran	Ædelgran
Nobilis	Nobilis
Nordmannsgran	Nordmannsgran
Fyr	Skovfyr, bjergfyr, fransk bjergfyr, contortafyr, østrisk fyr m.fl.
Andet nål	Lærk, douglasgran, hvidgran, omorika, cypres, thuja m.fl.
Hjælpearealer	Permanent ubevoksede arealer, der indgår i driften af skoven
Midlertidigt ubevoksede arealer	Midlertidigt ubevoksede arealer efter afdrift

Hovedskovningsarealet beregnes ud fra modeller for afdriftssandsynligheden – det vil sige modeller, der beskriver sandsynligheden for, at en bevoksning i en given driftsklasse efter en tiårs periode er hovedskovet. Modellerne blev udviklet i forbindelse med den foregående prognose for træbrændselsressourcerne og er udarbejdet på baggrund af de to på hinanden følgende skovtællinger, 1990 og 2000.

Det antages, at hovedskovningsarealet bliver gentilplantet med den samme træart – det vil sige, at hovedskovningsarealet fra hver fremskrivning overføres til aldersklassen 0-10 for den pågældende driftsklasse og kommune.

Folketinget besluttede i 1989, at det danske skovareal skal fordobles i løbet af de efterfølgende 80-100 år. Målet er fremover at plante 4.000-5.000 hektar ny skov om året, hvoraf halvdelen skal være statsskove og halvdelen private skove. Foranlediget af dette ambitiøse mål ydes private lodsejere et tilskud til at etablere skov, samt et tilskud til at kompensere for mistede landbrugsindtægter. Ved fremskrivningen af skovarealet antages den årlige skovrejsning at modsvare den gennemsnitlige årlige skovrejsning foretaget med støtte i perioden 2000-06, samt at privat skovrejsning uden statslig støtte modsvare den private skovrejsning foretaget med støtte. Samlet set er skovrejsningen estimeret til 2.383 ha årligt, der fordeles til de enkelte kommuner og træarter proportionalt med kommunernes skovareal, idet det antages, at træartsfordelingen er uændret i forhold til den tidligere opgørelse af træbrændselsressourcerne.

Tilvækstmodeller

Som grundlag for vedmasseberegningerne er anvendt en række tilvækstmodeller for de almindeligste træarter i Danmark. Bortset fra rødgran er alle modellerne produktionsoversigter, som i deres oprindelige form er tabeller, der viser skovbevoksningens typiske udviklingsforløb for en given træart og produktionsklasse (produktionsklasse, PK, er defineret som gennemsnitlig årlig vedmasseproduktion ved optimal omdriftsalder). Produktionsoversigten viser sammenhørende værdier af alder, bevoksningshøjde, bevoksningss-

diameter, stående vedmasse og akkumuleret vedmasseproduktion. Produktionsoversigterne er omformet til matematiske tilvækstmodeller, der blandt andet anvendes i Skov- og Naturstyrelsens planlægningsredskab Proteus.

Produktionsoversigter, der er beskrevet i det foregående, er nyttige værktøjer, der har været brugt i skovbrugsforskning og -planlægning i det meste af et århundrede. Imidlertid er produktionsoversigterne principielt alene gyldige i det omfang, den forstlige behandling af bevoksningerne ikke afviger fra den behandling, der er blevet anvendt i de bevoksninger, der ligger til grund for produktionsoversigten. Som en følge af produktionsoversigternes begrænsede gyldighed, er der blevet udviklet dynamiske tilvækstmodeller for rødgran, sitkagran, alm. ædelgran, bøg og eg for danske forhold (Johannsen, 1999; Leary, 1999 a, b, Nord-Larsen et al., 2008). Disse tilvækstmodeller udmærker sig ved at udgøre et fleksibelt værktøj til fremskrivning af bevoksningstilstanden samt ved beregning af den potentielt tilgængelige træbrændselsressource. I ressourceopgørelsen er alene anvendt den dynamiske tilvækstmodel for rødgran, pga. projektets tidsmæssige begrænsninger, og fordi de største træbrændselsressourcer findes her. I ressourceopgørelsen er anvendt en foreløbig version af den dynamiske tilvækstmodel, der er implementeret i Skov- og Naturstyrelsens planlægningsværktøjer.

På Danmarks Skovstatistikks prøveflader bestemmes produktionsklassen ud fra sammenhørende værdier af bevoksningens alder og dominerende højde. Produktionsklassen, der anvendes ved brug af tilvækstmodellerne, bestemmes for hver kommune, drifts- og aldersklasse som det arealvægtede gennemsnit af produktionsklasserne bestemt på skovstatistikens prøveflader. For aldersklasser hvortil der ikke er bestemt en produktionsklasse, anvendes driftsklassens gennemsnitlige produktionsklasse.

Omregning til andre aflægningsgrænser

I denne opgørelse og prognose anvendes aflægningsgrænsen til at specificere aflægningsintervaller efter effektendefladediameter, som danner grundlag for den senere adskillelse af træbrændselseffekter og gavntreeffekter, dvs. effekter, der overgår til videre industriel forarbejdning.

Angivelsen af vedmassens størrelse varierer mellem de forskellige modeller for træernes vækst. Således benytter produktionsoversigterne for løvtræerne samt nobilis og skovfyr sand, salgbar vedmasse over 5 cm, mens de anvendte produktionsoversigter for rødgran, sitkagran og ædelgran angiver vedmassen ”ved bedste afsætning”, hvilket vil sige den totale stammemasse minus 3,5 pct.

Ved omregningen til andre aflægningsgrænser anvendes en række vedmasse- og stammesidefunktioner for rødgran (Madsen og Heuserr, 1993), sitkagran, japansk lærk, alm. ædelgran, grandis, bøg, eg og ask (Madsen, 1985; Madsen, 1987; Tarp-Johansen et al., 1997; Petersen, upubl; Tarp-Johansen og Petersen, upubl.).

Faktabox: Aflægningsgrænse

Aflægningsgrænsen betegner traditionelt den endefladediameter, der teoretisk adskiller den del af vedmassen der anvendes til gavntræ og brænde fra den del der efterlades i skoven. For løvtræ gælder det, at den anvendte del af vedmassen omfatter den portion af grenmassen, som har en diameter større end aflægningsgrænsen. For nåletræ omfatter den anvendte del af vedmassen i modsætning hertil traditionelt alene vedmassen indeholdt i stammen, hvis diameter er større end aflægningsgrænsen. I dette studie af de potentielle træbrændselsressourcer udnyttes i nogle scenarier nåletræernes grene samt den vedmasse, der er mindre end aflægningsgrænsen til træflis.

Aflægningsgrænsen afhænger af afsætningsmulighederne for de mindste gavntræsortimenter (cellulosetræ og småt korttræ), afsætningsmulighederne for skovflis samt i løvtræ af afsætningsmulighederne for brænde.

Vedmassefunktionerne er funktioner med træets diameter og højde, bevoksningsdiameteren, aflægningsgrænsen samt for rødgran bevoksningshøjde og bevoksningsalder som inputvariable. I ressourceopgørelsen anvendes middeltræmetoden ved beregningerne, hvilket vil sige, at vedmasse- og stammesidefunktionerne anvendes på bevoksningsniveau med indgang for tilvækstmodellernes grundfladevægtede bevoksningsdiameter og -højder.

De sædvanlige vedmasseangivelser for nåletræarterne er som nævnt ovenfor eksklusive grenmassen, hvilket formentlig skyldes, at grenmassen kun sjældent har været udnyttet kommercielt. Imidlertid er vedmassen indeholdt i grenene aktuel i forbindelse med opgørelsen af de potentielle træbrændselsressourcer, da grenene udgør et væsentligt potentiale i forbindelse med flisning af heltræer i tidlige tyndinger og ved udnyttelsen af hugstaffald ved renafdrift m.v. I ressourceopgørelsen er grenmassen beregnet ud fra en model, der beskriver forholdet mellem træets samlede biomasse og biomassen indeholdt i stammen for rødgran som funktion af træets diameter og højde (Møller, 2002).

Beregning af de potentielle årlige hugstmængder

Hovedskovningsarealet i hver drifts- og aldersklasse beregnes ud fra afviklingsmodellerne, således at den hovedskovede andel af en given aldersklasse beregnes ved sandsynligheden for, at bevoksningen er hovedskovet primo og ultimo perioden. Hovedskovningsmængden beregnes efterfølgende for alle driftsklasser (med undtagelse af RGR) som:

$$V_{\text{Hovedskovning}} = \left(V_{\text{primo}} + \frac{P_{\text{ultimo}} - P_{\text{ultimo}}}{2} \right) \cdot A_{\text{primo}} \cdot \left(1 - \frac{s_{\text{ultimo}}}{s_{\text{primo}}} \right)$$

- hvor V og P er hhv. salgbar vedmasse og akkumuleret tilvækst per hektar bestemt ud fra tilvækstmodellerne. A er skovarealet i den pågældende drifts-klasse, s er sandsynligheden for, at bevoksningen har overlevet frem til et givet tidspunkt og primo og ultimo er aldersklassens median ved hhv. status

og status plus 10 år. Som det fremgår af udtrykket, antages det herved, at hovedskovning gennemsnitligt foretages midt i perioden. For driftsklassen RGR beregnes hovedskovningsmassen ud fra den stående vedmasse midt i perioden, der findes ved fremskrivningen af bevoksningsvariablerne ud fra den dynamiske tilvækstmodel.

Udhugningsmængderne beregnes for hver drifts- og aldersklasse ud fra tilvækstmodellernes fremskrivninger af den forventede bevoksningsudvikling og den gennemsnitlige udhugningsmængde for arealer, der ikke hovedskovs. For alle driftsklasserne bortset fra RGR beregnes udhugningsmassen som:

$$V_{Udhugning} = \left(V_{primo} + (P_{ultimo} - P_{primo}) - V_{primo} \right) \cdot A_{primo} \cdot \left(\frac{S_{ultimo}}{S_{primo}} \right)$$

For driftsklassen RGR beregnes udhugningsmassen ud fra den dynamiske tilvækstmodel.

Beregning af de potentielle årlige træbrændselsressourcer

De potentielle årligt tilgængelige træbrændselsressourcer beregnes på baggrund af de potentielle årlige hugstmængder, modellerne for beregning af den salgbare vedmasse ved en given aflægningsgrænse og modeller for den del af vedmassen, der er indeholdt i grene og kviste. De potentielle årshugster opdeles således i gavntræ, hvilket vil sige de sortimenter, der anvendes til andet end energiformål, og træbrændsler i form af brænde og brændselsflis, som anvendes til energiformål. Aflægningen af træet til gavntræ og træbrændsler er baseret på teoretisk aptering af træerne ud fra modeller der beskriver stammens afsmalning (Madsen 1985, 1987; Madsen og Heusèr 1993).

3.2. Scenarier

Faktabox: Kritisk udhugningsdiameter

Den kritiske udhugningsdiameter betegner den bevoksningsdiameter (beregnet som gennemsnittet af træernes diameter målt 1,3 m over jordoverfladen) hvor man ikke længere udnytter hele træer til flis, men i stedet aflægges den del af træet, der er større end aflægningsgrænsen, til gavntræ (tømmer, spånpladet træ, cellulose træ, savværkskævler mv.). Således hugges alene heltræflis i bevoksninger under den kritiske udhugningsdiameter, mens der aflægges gavntræsortimenter samt evt. brænde eller flis i bevoksninger med en bevoksningsdiameter over den kritiske udhugningsdiameter.

Den kritiske udhugningsdiameter afhænger af afsætningsmulighederne for skovflis samt af afsætningsmulighederne for de små og dårligst betalt gavntræsortimenter: cellulose træ, spånpladet træ og småt korttømmer.

Beregningen af de potentielle årlige hugster er i ressourceopgørelsen udført på tre forskellige scenarier, der beskriver en stigende intensitet i udnyttelsen af træbrændselsressourcen. I det enkelte scenarium varieres den kritiske udhugningsdiameter og aflægningsgrænsen.

Scenarium 1. Der hugges brændselsflis af hele træer i tidlige tyndinger i nåle- og løvtræbevoksninger, hvor bevoksningsdiameteren ikke overstiger den kritiske udhugningsdiameter.

Scenarium 2. Som Scenarium 1. Yderligere hugges ved hovedskovning af nåletræbevoksninger brændselsflis af den del af stammemassen, hvis diameter er mindre end aflægningsgrænsen samt af grenmassen og af gren- og stammemassen under 10 cm ved hovedskovning af løvtræbevoksninger.

Scenarium 3. Som scenarium 2. Yderligere udnyttes i dette scenarium brændselsflis fra kombinerede tyndinger, således at der aflægges gavntre ned til aflægningsgrænsen i nåletræ og ned til 10 cm i løvtræ, og herefter udnyttes topenden samt grenene til brændselsflis.

For alle scenarier er det forudsat, at der hugges brændselsflis af heltræer ved afvikling af arealer med driftsklassen BJF.

I beregningerne varieres den kritiske udhugningsdiameter mellem 12 og 18 cm. Aflægningsgrænsen for nåletræarterne varieres i beregningerne mellem 8 og 16 cm, mens den for løvtræarterne er fastlagt til 10 cm. I ressourceopgørelsen er aflægningen af løvtræbrænde endvidere fastlagt til aflægningsintervallerne 10-20 cm og 20-30 cm. Fastsettelsen af aflægningsgrænsen for løvtræ udgør en forenkling af virkeligheden, da der forekommer stor variation i den faktiske aflægningsgrænse. Aflægningsgrænsen kan således i egne med et godt marked for selvskover- og sankebrænde nærme sig 5 cm, mens den faktiske aflægningsgrænse ved maskinskovning af løvtræer kan være betydeligt højere.

3.3. Beregning af de årlige potentielle energimængder

De beregnede vedmasser er i opgørelsen omregnet til årlige potentielle energimængder. Omregningen er grundlæggende foretaget for hver enkelt træart, idet hugstmængderne først er omsat fra kubikmeter fastmasse til tons tørstof. Rumtætheden er for de fleste træarter fastsat ud fra opgivelserne i Statens Forstlige Forsøgsvæsen (1990). For rødgran, sitkagran og ædelgranarterne er rumtætheden højst variabel alt efter, hvor hurtigt træerne har vokset. På denne baggrund er rumtætheden for disse arter beregnet ud fra den gennemsnitlige årringsbredde i brysthøjde [mm] (Bergstedt og Jørgensen, 1997).

Ved beregningen af de potentielle energimængder er den nedre brændværdi anvendt, idet der er forudsat et vandindhold på 40 % for nåletræarterne og 35 % for løvtræarterne.

Den nedre brændværdi for hhv. nåletræ og løvtræ er beregnet som:

$$H_{\text{nåletræ}} = M \cdot (19,2 - 0,21642 \cdot f)$$

$$H_{\text{løvtræ}} = M \cdot (18,7 - 0,21442 \cdot f)$$

hvor H angiver den nedre brændværdi i GJ/ton, M angiver vedmassens vægt i ton, og f angiver vandindholdet i procent.

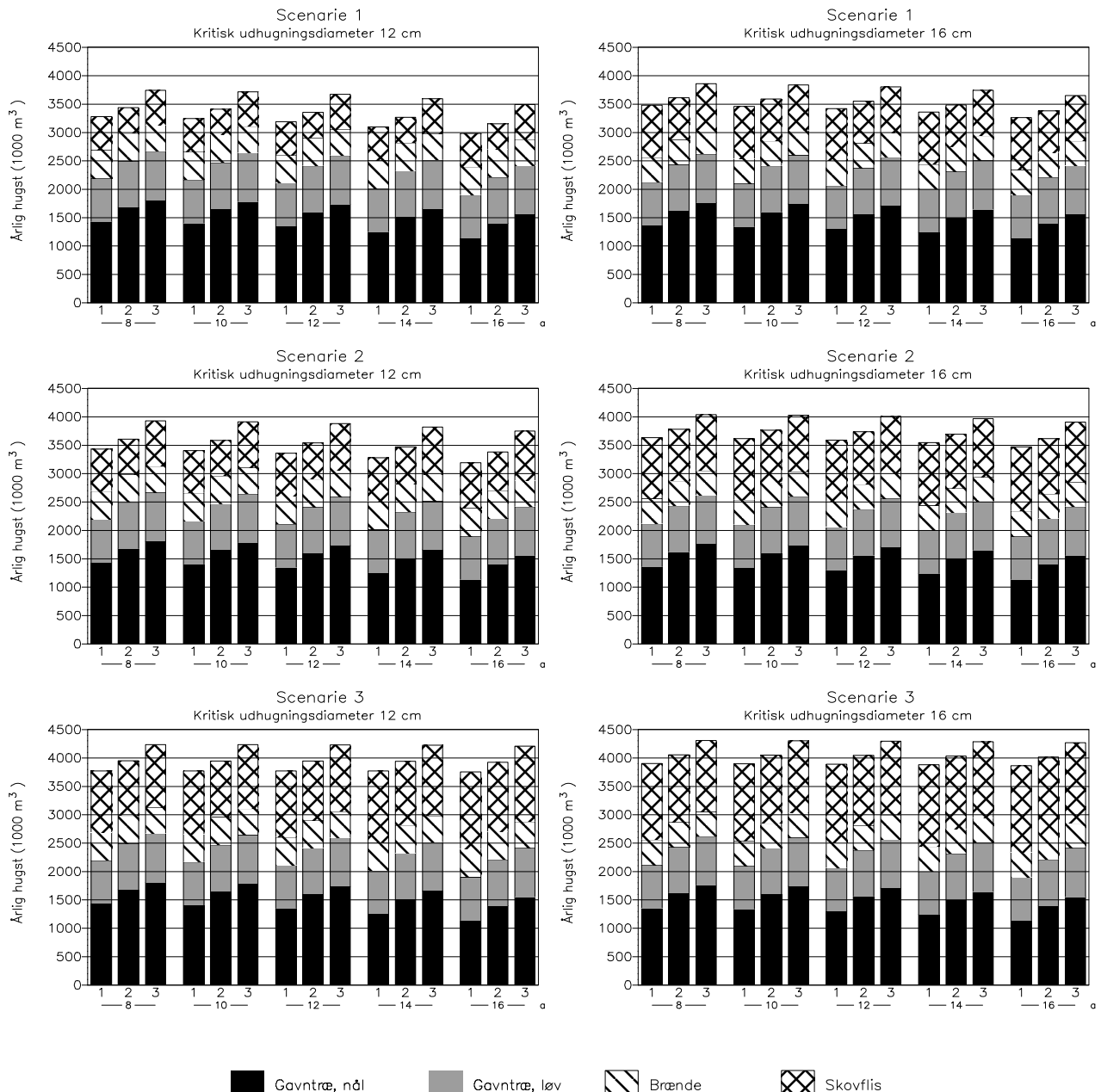
For ressourcerne uden for skovene er der forudsat en blanding af løv og nål med et vandindhold på 60 %. At der regnes med et højere vandindhold skyldes dels at haveaffald mv. ikke tørres før afbrænding samt at ressourcen indeholder en større andel af bark og løv med et større vandindhold end veddet. For dette beregnes den nedre brændværdi som:

$$H_{\text{Blandet}} = M \cdot (19,0 - 0,2140 \cdot f)$$

4. Resultater

4.1. Potentielle årlige hugstmængder

De potentielle årlige hugstmængder af træbrændsler og gavntræ er beregnet for de tre scenarier og ved en kritisk udhugningsdiameter på hhv. 12, 14, 16 og 18 cm. De potentielle hugstmængder er vist i figur 3 ved en kritisk udhugningsdiameter på 12 og 16 cm, for de tre perioder 2010-2019 (1), 2020-2029 (2) og 2030-2039 (3) og for aflægningsgrænser (a) på 8 til 16 cm.



Figur 3. Potentielle årlige hugstmængder for forskellige aflægningsgrænser og kritisk udhugningsdiameter.

Den årlige potentielle hugst i indeværende periode er beregnet til 2,98-3,94 mio. m³ afhængig af det valgte scenarium, den kritiske udhugningsdiameter og den valgte aflægningsgrænse (Bilag 1. Samlede hugstmængder). Den potentielle hugstmængde er stigende i de tre perioder og stiger således til 3,15-4,10 mio. m³ i perioden 2020-2029 og 3,49-4,34 mio. m³ i perioden 2030-2039, hovedsageligt som følge af en stigende hugst af nåletræ.

De potentielle hugstmængder stiger fra scenarium 1 til 3. Således medfører scenarium 2 og 3 en forøgelse af den samlede hugstmængde i indeværende periode på hhv. 4-7 % og 11-26 % i forhold til scenarium 1 afhængig af den valgte kritiske udhugningsdiameter og aflægningsgrænse.

Den potentielle hugstmængde er stigende ved stigende kritisk udhugningsdiameter som følge af, at en større en større andel af træerne bliver flishugget som heltræer. For scenarium 1 giver en ændring af den kritiske udhugningsdiameter fra 12 til 18 cm en forøgelse af den samlede potentielle hugstmængde på 8-13 % i indeværende periode afhængig af den valgte aflægningsgrænse. Den samme ændring giver for scenarium 3 en forøgelse af den potentielle hugstmængde på 4-5 %.

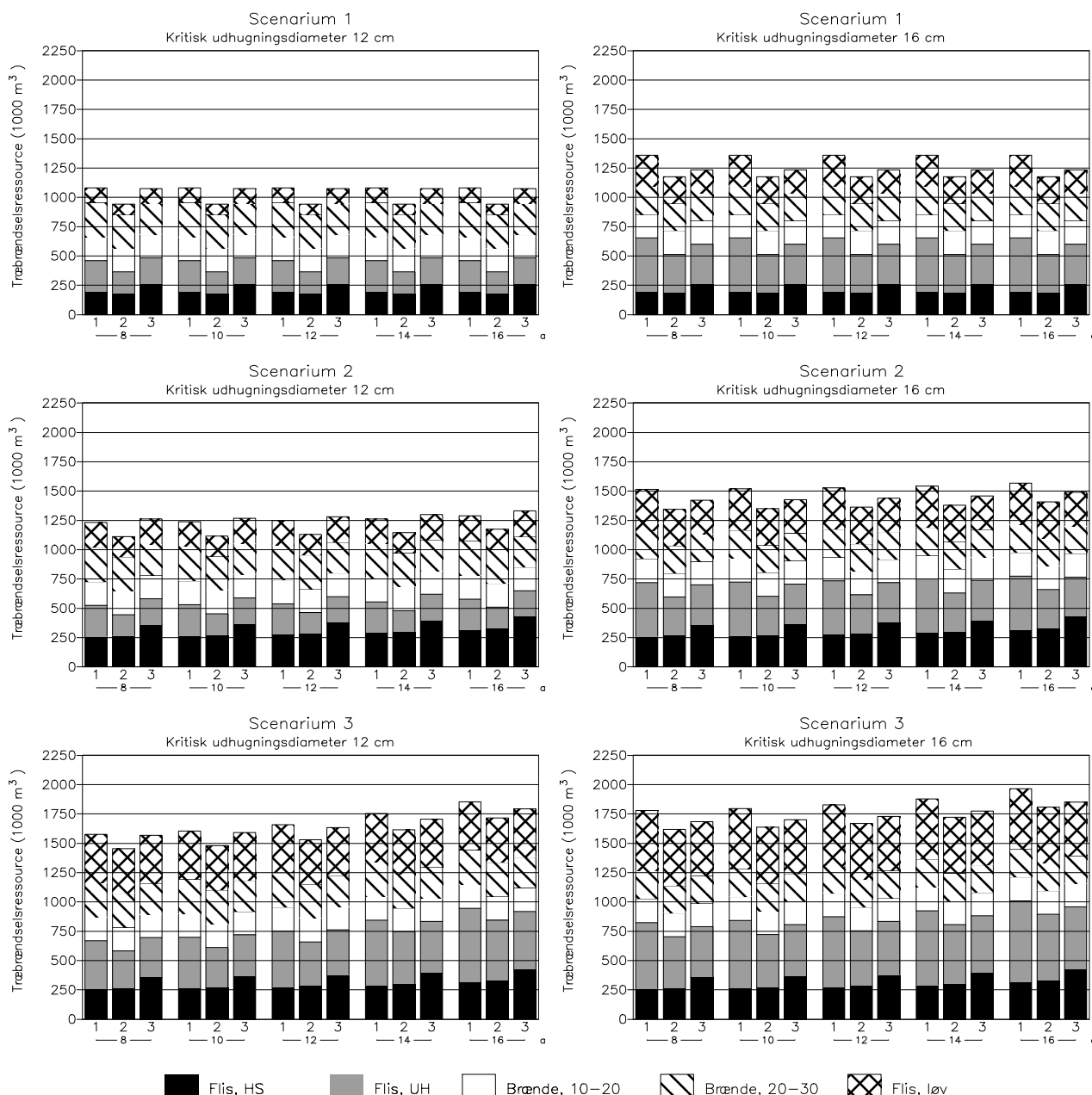
Aflægningsgrænsen har størst betydning for de potentielle hugstmængder for scenarium 1, idet den del af vedmassen, der ligger over aflægningsgrænsen, udnyttes ved hugst af brændselsflis med stigende intensitet i de to øvrige scenarier. Således mindskes de potentielle hugstmængder ved en ændring af aflægningsgrænsen fra 8 til 16 cm med 5-9 % i indeværende periode for scenarium 1 afhængig af den kritiske udhugningsdiameter. Ved den tilsvarende ændring for scenarium 3 mindskes de potentielle hugstmængder med 0-1 %.

I Bilag 1. Samlede hugstmængder, er for fuldstændighedens skyld vist alle kombinationer af scenarier, kritiske udhugningsdiameter og aflægningsgrænser. Det er imidlertid ikke alle disse kombinationer, der forekommer i virkeligheden. Således er kombinationen af en stor kritisk udhugningsdiameter og en lille aflægningsgrænse næppe realistisk, fordi en stor kritisk udhugningsdiameter i reglen skyldes dårlige priser på gavntræ, hvilket vil medføre en større aflægningsgrænse. Modsat vil gode priser på gavntræ medføre en sænkning af såvel den kritiske udhugningsdiameter som aflægningsgrænsen.

I lighed med ovenstående vil dårlige priser på gavntræ relativt til prisen på træbrændsler medføre en forskydning fra det lavere scenarium mod et højere, hvilket blot er et udtryk for skovejernes større incitament til at producere træbrændsler i stedet for gavntræ. Det må således forventes, at en lille kritisk udhugningsdiameter vil følges af en lille aflægningsgrænse og af en intensitet i udnyttelsen der svarer til scenarium 1. Modsat vil en stor kritisk udhugningsdiameter følges af en stor aflægningsgrænse og en forskydning imod scenarium 2 og 3.

4.2. Den potentielle årlige mængde energitræ

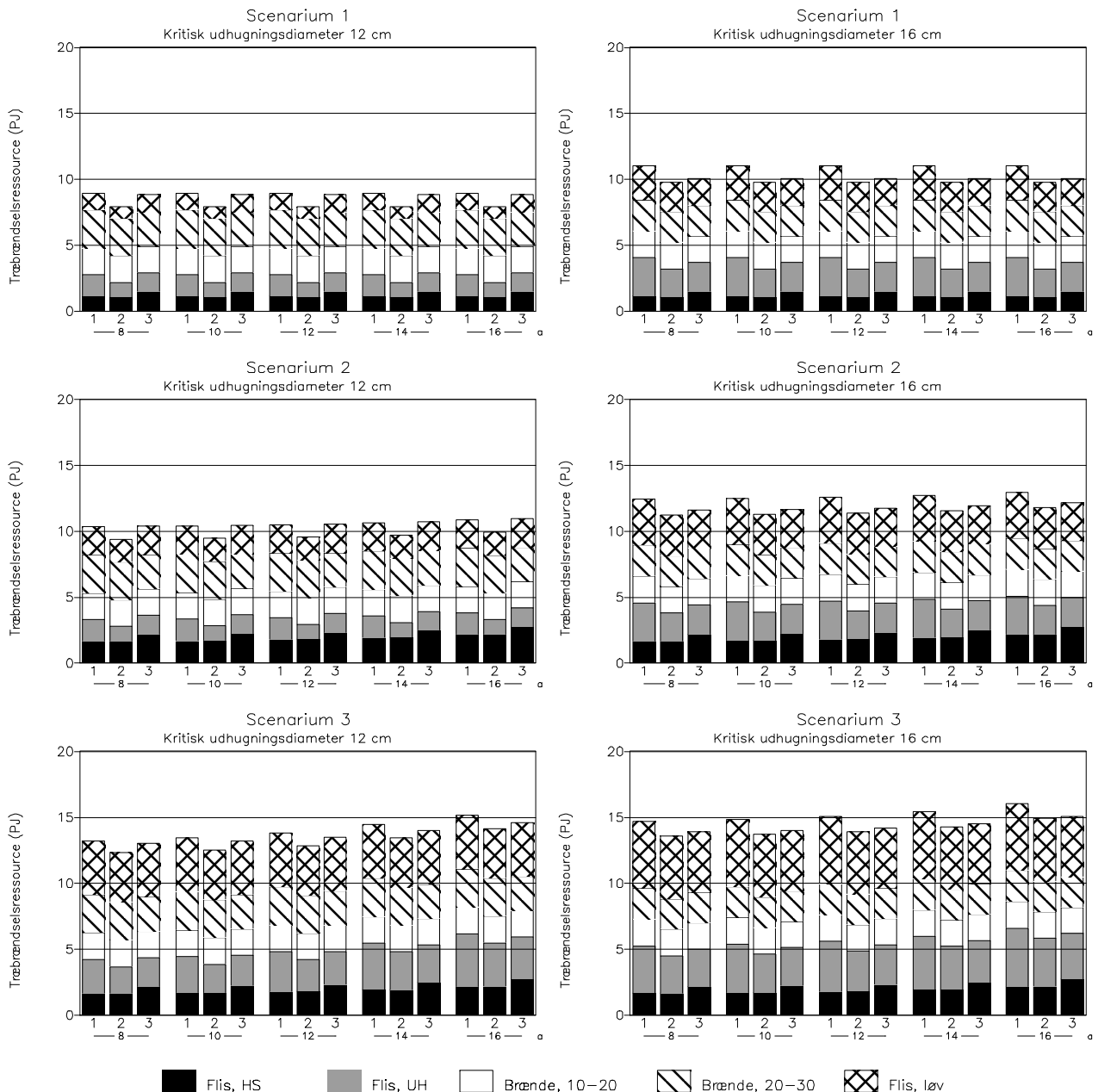
De potentielle årlige træbrændselsressourcer fra skovene er beregnet for de tre scenarier og ved en kritisk udhugningsdiameter på hhv. 12 og 16 cm. De potentielle træbrændselsressourcer er vist i figur 4 for de tre perioder 2010-2019 (1), 2020-2029 (2) og 2030-2039 (3) og for aflægningsgrænser (a) på 8 til 16 cm.



Figur 2. De samlede træbrændselsressourcer fra skovene fordelt på forskellige typer ved forskellige aflægningsgrænser og kritiske udhugningsdiametre.

De potentielle årlige træbrændselsressourcer fra skovene er beregnet til 1,08-2,04 mio. m³ i perioden 2010-2019 afhængig af det valgte scenarium, den kritiske udhugningsdiameter og den valgte aflægningsgrænse (Bilag 2).

Potentielle træbrændselsressourcer). Den potentielle træbrændselsressource falder til 0,94-1,88 mio. m³ i perioden 2020-2029. Dette er en følge af, at der i en periode har været plantet mindre nåletræ i Danmark. Herved er arealet med yngre nåletræbevoksninger, hvori der kan høstes flis af heltræer, faldende, hvilket fører til et fald i hugsten af brændselsflis fra heltræer i tynninger. Træbrændselsressourcerne stiger igen i perioden 2030-2039 til 1,08-1,90 mio. m³ som følge af en stigende hugst af brændselsflis i hovedskovninger i nåletræ.



Figur 5. Nedre brændværdi (PJ) af træbrændselsressourcerne fordelt på forskellige typer af træbrændsler ved forskellige aflægningsgrænser og kritiske udhugningsdiametre.

For scenarium 1 er de potentielle årlige træbrændselsressourcer opgjort til 1,081-1,503 mio. m³/år i indeværende periode, afhængig af den kritiske udhugningsdiameter (se Bilag 2. Potentielle træbrændselsressourcer). For de to andre scenarier er beregningernes yderpunkter opgjort til hhv. 1,234-1,709 og 1,576-2,036 mio. m³/år, afhængig af kritisk udhugningsdiameter og aflægningsgrænse.

Træbrændselsressourcerne i scenarium 1 har en samlet nedre brændværdi på 7,7- 9,0 PJ, mens den samlede brændværdi for de to øvrige scenarier er hhv. 8,1-9,8 og 9,1-11,0 PJ i indeværende periode (Figur 5, se også Bilag 3. Potentielle energimængder ved afbrænding af træbrændsler).

De potentielle træbrændselsressourcer stiger med stigende kritisk udhugningsdiameter fordi en større andel af tyndingshugsterne falder som brændselsflis i stedet for gavntræ. I indeværende periode stiger de samlede træbrændselsressourcer for scenarium 1 med 39 %, når den kritiske udhugningsdiameter ændres fra 12 til 18 cm. For scenarium 2 og 3 er forøgelsen ved den samme ændring i kritisk udhugningsdiameter hhv. 33-34 % og 10-20 % afhængig af den valgte aflægningsgrænse.

Aflægningsgrænsen påvirker træbrændselsressourcen forskelligt afhængig af det valgte scenarium. I scenarium 1 er træbrændselsressourcens størrelse ikke afhængig af aflægningsgrænsen, da der i dette scenarium alene aflægges brændselsflis af hele nåletræer. Aflægningsgrænsen over derfor ikke nogen indflydelse på mængden af brændselsflis og da den er fastlagt til 10 cm i løvtræ er de beregnede ressourcer uafhængige af valget af aflægningsgrænse. For de øvrige scenarier afhænger træbrændselsressourcen også af den valgte aflægningsgrænse. En forøgelse af aflægningsgrænsen fra 8 til 16 cm medfører i indeværende periode en stigning i træbrændselsressourcen på 3-4 % for scenarium 2 og 7-18 % for scenarium 3, afhængig af den valgte kritiske udhugningsdiameter.

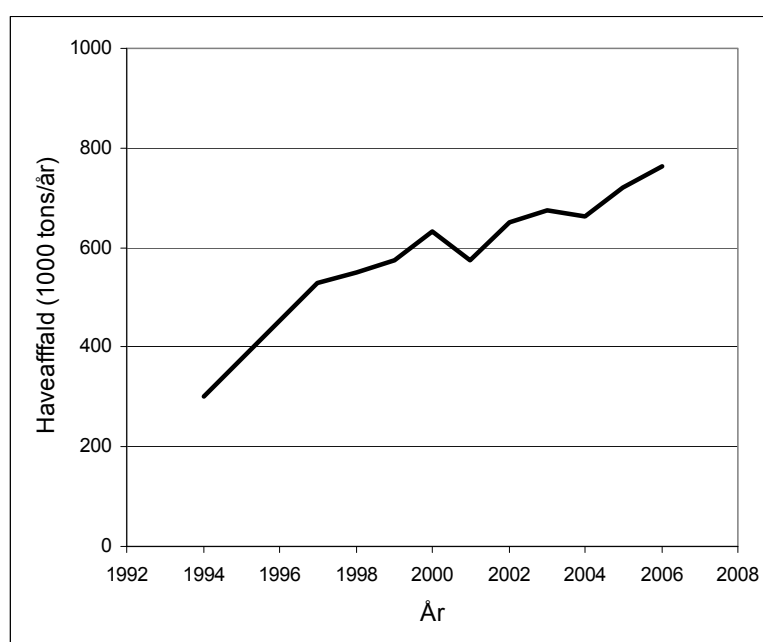
I fremtiden må det forventes at vedvarende energikilder og i særdeleshed træ skal udgøre en større andel af det samlede energiforbrug. Denne satsning på træ til vedvarende energi må forventes at påvirke træmarkedet svarende til en forskydning mod et højere scenarium og en stigende kritisk udhugningsdiameter og aflægningsgrænse i vore beregninger. På denne baggrund har vi udarbejdet et mere ekstremt samlet scenarium, hvor den kritiske udhugningsdiameter varieres mellem 15 og 30 cm og aflægningsgrænsen mellem 12 og 20 cm, men hvor de øvrige forudsætninger fastholdes. Resultaterne af disse beregninger er gengivet i bilag 4 og 5. Beregningerne er alene gennemført for Scenarium 2 og 3, fordi en sådan forøgelse af den kritiske udhugningsdiameter alene vil finde sted samtidig med, at man udnytter hugstaffald.

For det mere ekstreme scenarium 2 er de potentielle træbrændselsressourcer i indeværende periode 1,50-2,95 mio. m³ (12,28-22,49 PJ) afhængig af den valgte kritiske udhugningsdiameter og aflægningsgrænse. For scenarium 3 er de potentielle ressourcer 1,81-3,07 mio. m³ (14,87-23,65 PJ). I forhold til eksempelvis scenarium 2 ved en aflægningsgrænse på 14 cm og en kritisk

udhugningsdiameter på 16 cm giver er den potentielle forøgelse af træbrændselsressourcerne på godt 85 % ved scenarium 3 ved en kritisk udhugningsdiameter på 30 cm og en aflægningsgrænse på 20 cm.

4.3. Træbrændselsressourcer uden for skovene

Kategorien haveaffald der i dag afleveres på genbrugspladser og lign. er inddelt i fire undergrupper, (1) forbrændingseget, (2) ikke forbrændingseget, (3) grene, blade, græs mm. og (4) jord og sten. Grene, blade, græs mm. udgør ca. 98% af haveaffaldet. I 2006 var den samlede mængde grene, blade, græs mm. godt 750.000 tons (figur 6). Det skønnes af ca. 25% af haveaffaldet svarende til knap 200.000 tons kan frasorteres, sønderdeles og sælges som brændsel.



Figur 6. Mængden af haveaffald, der er leveret til de kommunale genbrugsstationer fra husholdninger, institutioner, handel og kontor, fremstilling, byggeri og anlægsvirksomhed, rensningsanlæg og Andet.

Frem til udgangen af 2009 blev haveaffald, der blev brugt til afbrænding, pålagt en affaldsavgift på 300 kr. per ton. Det har medført, at langt det meste haveaffald hidtil er blevet komposteret, men med bortfaldet af affaldsavgiften per 1. januar 2010 forventes det, at grene og stubbe vil blive frasorteret, sønderdelt og solgt som brændsel.

En del af affaldet fra private haver ender formentlig på de kommunale genbrugsstationer, selvom der også er en del, der bliver komposteret decentralt og en del, der brændes i private bål. Den del af haveaffaldet der bruges til brænde er ikke forsøgt opgjort. Der foreligger ikke nogen undersøgelser, der kan belyse dette nøjere, så i mangel af bedre er det vurderet, at det haveaffald, der ender på genbrugsstationerne udgør ca. halvdelen af den samlede mængde.

Kvaliteten af den brændselsflis, der kan produceres af haveaffald er ringere end den kvalitet, der normalt anvendes på danske varmegærker. Det betyder, at en del af den brændselsflis, der allerede nu produceres af haveaffald, eksporteres til Sverige, hvor de fleste værker er indrettede til at forbrænde ringere kvaliteter brændselsflis, som bl.a. bliver produceret af hugstaffald.

Den del af frugtplantagerne, der er beplantede med egentlige frugttræer (æble, pære, kirsebær og lignende) dækker et samlet areal på 4.189 ha (2008). Det udgør ca. halvdelen af frugtplantagernes samlede areal på 8.294 ha. Kirsebærplantagerne udgør ca. 1.950 ha.

Gartnerirådgivningen oplyser, at det er en meget begrænset mængde træ, der udnyttes til brændselsflis. Beskæringsaffaldet knuses og efterlades på arealet, og ved rydning af æble- og pæreplantager er træerne i de fleste tilfælde så små, at de også knuses sammen med støddene. Det er i realiteten kun kirsebærplantager, hvorfra det kan betale sig at høste brændselsflis ved flishugning af heltræerne. Det er oftest HedeDanmark eller en anden entreprenør, der udfører flishugningen, og den producerede brændselsflis er i reglen i stand til at betale den efterfølgende stødrydning.

Arealerne med kirsebærtræer udgør mindre end 2000 ha, og med en omdriftstid på ca. 30 år, kommer der kun ca. 70 ha til afdrift årligt. Den producerede brændselsflis beløber sig formentlig til under 5.000 tons årligt.

I begyndelsen af 1990'erne blev der ryddet mange gamle læhegn i hvidgran, og der har været en betydelig flisproduktion fra disse rydninger. Produktionen skønnes at have været op mod 10.000 tons årligt. Frem til ca. 2002 blev der årligt anlagt ca. 1.000 km læhegn årligt. Fra 2002 og frem er de fleste hegn anlagt som nyanlægninger, hvor der ikke sker rydning af gamle hegn, og der anlægges kun ca. 500 km hegn årligt.

Ifølge en undersøgelse udført af Danmarks Miljøundersøgelser er der i alt 83.000 km hegn i Danmark. Disse hegn plejes oftest ret ekstensivt med kraftige indgreb med mange års mellemrum. HedeDanmark oplyser, at høstudbyttet ved pleje af et trerækket løvtræhegn skønnes beløbe sig til 130 rummeter brændselsflis eller 45 tons brændselsflis pr. kilometer hegn. Hvis det anslås, at der plejes 1.500-2.000 km hegn årligt betyder det, at udbyttet af brændselsflis herfra beløber sig til 75.000-100.000 tons.

Det har ikke været muligt at opspore data for de træbevoksede arealer, der ryddes i forbindelse med byggemodning, vejbyggeri mm., men HedeDanmark oplyser, at det er betydende mængder brændselsflis, der høstes på disse arealer. Den del, der ikke allerede udnyttes til brændsel, knuses på stedet eller bortskaffes på anden vis.

Banestyrelsen administrerer 2.132 km banestrækning, som dækker et samlet areal på 5.500 ha. Heraf er ca. 2.000 ha fredskov, og de er inkluderet i prognosen for de danske skove. Banestyrelsen oplyser, at de høster brændselsflis langs banestrækningerne i forbindelse med pleje, og at indtægterne oftest

dækker plejeudgifterne. Det har ikke været muligt at få oplysninger om de producerede mængder.

Der er i alt 3.790 km statsvej, hvilket udgør 5% af det samlede vejnet i Danmark. Det har ikke været muligt at få oplyst mængder af biomasse ved pleje af disse arealer.

Ovenstående analyse kan sammenstilles til følgende tabellariske oversigt:

Tabel 7. Sammenstilling af træbrændselsressourcerne uden for skoven.

Fraktion	Mængde	Nedre brændværdi
	Tons/år	PJ/år
Haveaffald mm.	300.000-400.000	1,85-2,46
Pleje af hegn	75.000-100.000	0,46-0,62
Øvrige	25.000-50.000	0,15-0,31
I alt	400.000-550.000	2,46-3,39

HedeDanmark skønner, at de samlede mængder brændselsflis uden for skovene beløber sig til 6 PJ, hvoraf de 3,7 PJ udnyttes i dag. Med et energiindhold på 10 GJ pr. tons svarer de 6 PJ til ca. 600.000 tons biomasse, og de 3,7 PJ til ca. 370.000 tons udnyttet biomasse. I en senere undersøgelse er HedeDanmark lidt mere forsigtige med en samlet mængde på 400.000 tons. Haveaffald og træ fra byggemodninger mm. er ikke medregnet i HedeDanmarks overslag. Haveaffaldet, som bliver tilgængeligt med afgiftfritagelsen pr. 1. januar 2010, skønner HedeDanmark til 2-3 PJ, hvilket svarer til 200-300.000 tons. Samlet skønner HedeDanmark således at ressourcen uden for skovene er på 600.000-900.000 tons.

5. Diskussion

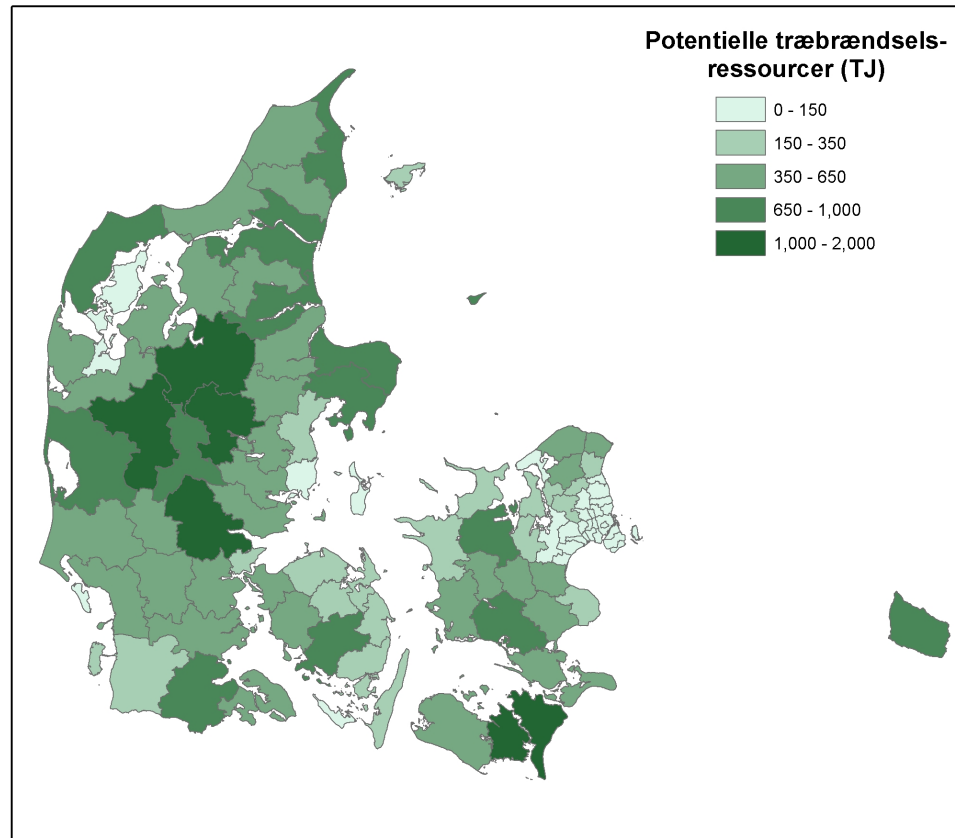
I en snæver økonomisk tankegang vil skovejerne søge at maksimere overskuddet ved den enkelte skovningsoperation ved at aflægge hugsten i det/de sortimenter, der giver det største dækningsbidrag under hensyntagen til administrative, driftstekniske, afsætningsmæssige og biologiske forhold. Hugstens fordeling til de enkelte sortimenter er bestemt af kravene til dimension og kvalitet for det enkelte sortiment, prisen på råtræ og dens variation mellem de forskellige sortimenter, omkostningerne ved oparbejdning af det enkelte sortiment samt dækningsbidraget ved den enkelte skovningsoperation. Ændringer i prisen på de dårligst betalte gavntræs-sortimenter (cellulosetræ, spånpladetræ, embalagetræ mv.) afspejles således i udbuddet af brændselsflis og brænde. Gunstige afsætningsforhold for industritræ vil drive såvel den kritiske udhugningsdiameter som aflægningsgrænsen ned, hvilket vil betyde en reduktion i mængden af brændselsflis. Modsat vil stigende priser på brændselsflis, som følge af en øget efterspørgsel, øge den kritiske udhugningsdiameter og i visse situationer tillige aflægningsgrænsen og derved medføre en forøgelse af den potentielle træbrændselsressource.

For løvtræets vedkommende har gavntræet i gennem en lang periode været aflagt af vedmassen over 20 cm bortset fra en ubetydelig hugst af cellulotræ. Træbrændselsressourcen i løvtræ har således traditionelt været aflagt af vedmassen i intervallet 0-20 cm. I tætbefolkede områder, hvor efterspørgslen efter brænde er større, aflægges i mange tilfælde alene savværkskævler, mens der aflægges brænde af resten. I disse tilfælde kan aflægningsgrænsen for gavntræet være over 30 cm.

Tømmersortimenterne i nåletræet aflægges overvejende af vedmassen over 15 cm, selvom tømmer kan aflægges ned til en aflægningsgrænse på 10-12 cm. For de øvrige gavntræs-sortimenter varierer aflægningsgrænsen betydeligt. Således kan cellulose- og spånpladetræ aflægges ned til en aflægningsgrænse på 7 cm, selvom disse industritræs-sortimenter i praksis aflægges i intervallet 10-20 cm. På denne baggrund aflægges træbrændselsressourcen i praksis af vedmassen mellem 0 og 10 cm. Det vil dog i mange tilfælde ske, at træbrændslet i nåletræ aflægges af væsentligt større dimensioner. Det sker eksempelvis, når bevoksninger hårdt angrebet af råd og/eller skrælleskader skoves, eller i tilfælde hvor oparbejdningssomkostningen ved skovning af gavntræ betyder, at dækningsbidraget ved hugst af brændselsflis bliver større. Således er den realiserede aflægningsgrænse for gavntræ formentlig 10-12 cm og måske endnu højere. Den gennemsnitlige kritiske udhugningsdiameter vurderes for nåletræets vedkommende at ligge omkring 16 cm, der udgør grænsen for, hvornår der kan produceres betydende mængder korttømmer ved gennemhugning af bevoksningerne.

Det vurderes, at det mest sandsynlige scenarium for nuværende er scenarium 2 med en kritisk udhugningsdiameter på 16 cm og en aflægningsgrænse for gavntræ i nål på 14 cm. Scenarium 2 inkluderer (1) hugst af brændselsflis af heltræer i tidlige tyndinger i nåletræ, (2) udnyttelse af grene og toppe ved hovedskovning i nåletræ og (3) gren- og stammemasse under 10 cm i

løvtræ. Dette scenarium giver i indeværende periode en samlet træbrændselsressource på 1,54 mio. m³ svarende til 12,58 PJ. I de to efterfølgende perioder er den tilsvarende årlige potentielle træbrændselsressource hhv. 1,38 og 1,46 mio. m³ (hhv. 11,44 og 11,71 PJ). Ikke overraskende er de totale træbrændselsressourcer størst i de skovrige kommuner i det centrale Jylland (figur 7).



Figur 7. Fordeling af træbrændselsressourcerne (TJ) til enkelte kommuner.

5.1. Sammenligning med andre opgørelser af træbrændselsressourcerne

I tabel 8 er det ovenfor nævnte scenarium sammenstillet med den gennemsnitlige årlige hugst i perioden 2006-2008. Det fremgår af sammenligningen, at den årlige hugst i 2006-2008 udgør 68% af prognosens samlede hugst for 2010-2019. Det fremgår desuden, at hugsten af brænde og brændselsflis i 2006-2008 udgør 83 og 67% af prognosens opgørelse, mens hugsten af gavntræ i 2006-2008 kun udgør 66% af prognosens hugst af gavntræ.

Den samlede potentielle hugst er formentlig forholdsvis sikkert bestemt, mens fordelingen mellem gavntræ og træbrændsler er forbundet med større usikkerhed.

Tabel 8. Sammenligning af den gennemsnitlige årlige hugst 2006-2008 (Danmarks Statistik 2010) med scenarie 2 baseret på en kritisk udhugningsdiameter på 16 cm og en aflægningsgrænse på 14 cm.

	Gns. årlig hugst (1000 m ³ /år)	Prognose (1000 m ³ /år)			Hugstens andel af den potentielle ressource 2010-2019
	2006-2008	2010-2019	2020-2029	2030-2039	
Hugst i alt	2423	3545	3693	3969	68%
Gavntræ i alt	1321	2003	2313	2510	66%
Brænde i alt	365	441	437	434	83%
Brændselsflis i alt	737	1101	942	1024	67%

Det teoretiske aptering med udgangspunkt i en kritisk udhugningsdiameter og en aflægningsgrænse medtager ikke det kvalitative aspekt, og det er muligt, at den potentielle gavntreandel herved overvurderes. En validering af disse modeller for aptering var ikke mulig inden for nærværende projekt.

Det mest sandsynlige samlede scenarium (scenarium 2, kritisk udhugningsdiameter 16 cm, aflægningsgrænse 14 cm) må anses for et forsigtigt bud på de potentielle træbrændselsressourcer fra de danske skove. Trods dette er den potentielle årlige flisressource i perioden 2010-2019 50% større end den årlige hugst af flis i årene 2006-2008. På dette grundlag vurderes, at der fortsat er rum for en udvidelse af produktionen af brændselsflis fra skovene.

HedeDanmarks skøn over træbrændselsressourcerne uden for skovene er noget højere end nærværende undersøgelse. En del af forklaringen kan skyldes, at HedeDanmark indregner ressourcer, som i nærværende undersøgelse er omfattet af ressourceopgørelsen i skovene. Det gælder således rydning af juletræsplantager og pleje af bevoksninger, som HedeDanmark ikke opfatter som skov, men som i skovstatistikken falder ind under skov. Der vurderes således usikkerheden taget i betragtning ikke at være større uoverensstemmelser mellem HedeDanmarks vurdering og vores overslag.

Den nuværende produktion af vedvarende energi fra indenlandsk træbio-masse opgjort af Energistyrelsen (2010) er 41,20 PJ. Den samlede produktion af energi fra indenlandsk produceret træ er således noget højere end i den nærværende opgørelse af de samlede træbrændsels ressourcer (12,58 PJ) i og uden for skovene. Af den samlede indenlandske energiproduktion udgør produktionen af energi fra brændselsflis 7,87 PJ, hvilket er lidt mindre end de opgjorte potentielle ressourcer (8,36 PJ) fra skov. Med en anslået nedre brændværdi på 7,6 GJ/m³ (svarende til den der anvendes af Energistyrelsen) svarer energiproduktionen til en årlig mængde på ca. 1,04 mio. m³ brændselsflis (fast masse). Den gennemsnitlige årlige hugst af brændselsflis er heroverfor opgjort til 737.000 m³ (fast masse), hvilket svarer til ca. 5,6 PJ. Da der også produceres brændselsflis udenfor skovene og flis på savværker mm. er der god overensstemmelse mellem energistatistikken og hugststatistikken, når det handler om brændselsflis

Brændets andel af energiforsyningen (25,02 PJ) er betydeligt større end de beregnede potentielle ressourcer fra skovene (4,37 PJ). Med en anslået nedre brændværdi på 10,4 GJ/m³ (svarende til den der anvendes af Energisty-

relsen) svarer produktionen af vedvarende energi fra brænde til en samlet mængde på ca. 2,41 mio. m³/år (fast masse). Den årlige hugst af brænde i skovene i 2006-2008 er opgjort til 365.000 m³ (fast masse), hvilket svarer til 3,8 PJ. Der er således en forskel mellem hugststatistikken opgjort af Danmarks Statistik (Danmarks Statistik 2010) og energistatistikken opgjort af Energistyrelsen (Energistyrelsen 2010), når det handler om produktionen af energi fra brænde.

Årsagerne til forskellene mellem prognosen og hugst- og energistatistikken kan ikke belyses til bunds, men en del af forklaringen er formentlig, at en stor andel af brændeforbruget opgjort i energistatistikken kommer fra private haver, kommunale arealer og andre arealer, der ikke er medtaget i prognosen. Det er ikke ud fra opgørelsen af brændeforbruget (Ewald 2008) muligt at adskille de forskellige oprindelser af brændet for herigennem at kvantificere forskellen mellem prognosen og opgørelsen af forbruget. Opgørelsen af brænde forbruget er endvidere behæftet med en vis usikkerhed. Den samlede variationskoefficient er overslagsvis 12% (Ewald 2008, bilag 3), hvilket giver opgørelsen et konfidensinterval på omkring +/- 6 PJ.

Ud over usikkerheden på oprindelsen af brændet er det sandsynligt, at en del af den ressource, der i nærværende prognose opfattes som gavntre, aflægges som brænde fordi træet ikke overholder kvalitetskravene for gavntre eller fordi de lokale afsætningsforhold favoriserer brændet. I hugststatistikken for skovene er der formentlig en betydelig mængde brænde ikke registreres hvilket kan være en del af forklaringen på det lave tal. Sammenfattende er hugspotential for brænde muligvis ansat lavt i prognosen og der er usikkerhed på Energistyrelsens estimerede forbrug af brænde i 2008, hvilket gør at en præcis sammenligning er vanskelig. Validering af nærværende projekts modeller for aptering, egentlig opgørelse af brændemængder i haver, parker og lignende samt en mere sikker opgørelse af brændeforbruget vil bidrage til at mindske usikkerheden om energiforsyningen fra brænde i decentrale brændeovne/kedler i Danmark.

I forbindelse med en redegørelse for forsyningssikkerheden og udbygningen af den vedvarende energi i Danmark (Klima- og Energiministeriet 2010) forventes en forøgelse af forbruget af vedvarende energi på 100 PJ i forhold til 2007 hvilket svarer til en stigning på 70 %. Af den samlede vækst udgør vedvarende energi fra træ 65 PJ, svarende til stigning på 100 % i forhold til produktionen af træbrændsler i 2008 (Energistyrelsen 2010). Den stigende fokus på vedvarende energi forventes at medføre en betydelig stigning i anvendelsen af træ til energi. udbygningen kan på sigt forventes at blive så markant, at den vil lægge pres på forsyningen med træ til energi, bl.a. fordi alle europæiske lande forventes at benytte mere træ til energi, og de fleste forventer at kunne importere dele af deres forbrug. Som følge heraf er det såkaldte ekstremscenarium udarbejdet (bilag 4 og 5). Såfremt udnyttelsen af træbrændselsressourcerne når disse niveauer, er det sandsynligt, at også andre kilder, der ikke er medtaget i nærværende opgørelse, kommer i spil. Det drejer sig hovedsageligt om øget anvendelse af brændselsflis fra heltræer i løvtræ og udnyttelse af biomassen i rodsystemer.

5.2. Sammenligning med tidligere undersøgelser

De samlede potentielle hugstmængder i nærværende undersøgelse er noget højere end i den tidligere undersøgelse (Nord-Larsen og Heding 2002) baseret på skovtællingen fra 2000 (Larsen og Johannsen, 2000). Således var de samlede potentielle hugstmængder i scenarium 2 ved en kritisk udhugningsdiameter på 16 cm og en aflægningsgrænse på 14 cm i indeværende periode 2,88 mio. m³ i den foregående undersøgelse mod 3,55 mio. m³ i denne undersøgelse. Årsagen er i hovedsagen, at Danmarks Skovstatistik's arealopgørelse er 17 % større end arealberegningen baseret på skovtællingerne. Disse nye arealer er formentlig arealer, som ejerne ikke opfatter som skov i traditionel forstand og arealer, som kvalitativt ikke kan sammenlignes med egentlige skovbevoksninger (tilgroninger, vildtremiser, samt mindre, spredte skove). Da disse bevoksninger sandsynligvis ikke drives forstligt i samme omfang som mere sammenhængende skove, er det muligt, at ressourcerne her er vanskeligere at mobilisere. Dette kan også give anledning til overvejelser om, hvorvidt andelen af gavntræ er for høje i prognosen, fordi denne type bevoksninger må forventes at være kvalitativt ringere og potentielt i højere grad anvendes til produktion af træbrændsler.

Også træbrændselsressourcerne fra skovene er større end hidtil beregnet: 1,54 mio. m³ (12,58 PJ) for ovenstående scenarium i indeværende periode mod 1,29 mio. m³ (10,31 PJ) i den tidligere opgørelse. I lighed med de samlede ressourcer er forklaringen, at skovarealet er større end hidtil antaget. Forskellen på træbrændselsressourcerne er 19,4 %, hvilket nogenlunde modsvarer forskellen i skovarealet (18,5 %) opgjort ved skovtællingen i 2000 og ved Danmarks Skovstatistik.

6. Kilder

Bergstedt, A. og B. B.Jørgensen (1997). Hugststyrkens indflydelse på vedproduktion og vedkvalitet i rødgran på Lolland. Skovbrugsserien 20. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 140 pp.

Danmarks Statistik (2010). SKOV6: Hugsten i skove og plantager i Danmark efter område, træsort og areal. www.statistikbanken.dk.

Danmarks Statistik, Skov & Landskab og Skov- & Naturstyrelsen (2002). Skove og plantager 2000. Danmarks Statistik, København. 171 pp.

Energistyrelsen (2010). Årlig energistatistik. <http://www.ens.dk>.

Evald, A. (2008). Brændeforbrug i Danmark. Force Technology, Lyngby. 19 pp.

Klima- og Energiministeriet (2010). Energiforsyningssikkerhed Redegørelse om forsyningssikkerheden i Danmark. Klima- og Energiministeriet, København, 111 pp., bilag 143 pp.

Leary, R., V. K. Johannesen, W. Foerster, M. J. Tarp-Johansen og J. P. Skovsgaard (1999a). A difference equation rate constant as an indicator of site quality of Norway spruce in Denmark. Forest Science. Accepted.

Leary, R., V. K. Johannesen, J. P. Skovsgaard og W. Foerster (1999b). A managed stand model for Norway spruce in Denmark. Forest Science. Accepted.

Lind, C. H. (1994). Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha - Opgørelse og prognose. Skovbrugsserien nr. 10. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 103 s.

Madsen, S. F. (1985). Overensstemmende stammeside- og vedmassefunktioner for fem forskellige nåletræarter. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 338, 97-139.

Madsen, S. F. (1987). Vedmassefunktioner ved forskellige aflægningsgrænser og nøjagtighedskrav for nogle vigtige danske skovtræarter. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 350, 47-242.

Madsen, S. F. og M. Heusèrr (1993). Volume and stem-taper functions for Norway spruce in Denmark. Forest and Landscape Research 1, 51-78.

Møller, I. S. (2002). Biomass equations and treatment differences for total aerial tree biomass of Danish Norway spruce. Projekt opgave. Applied Statistics. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Frederiksberg. 31 pp.

Nord-Larsen, T. og N. Heding (2002). Træbrændselsressourcer fra danske skove over ½ ha - opgørelse og prognose 2002. Arbejdsrapport nr. 36, Skov & Landskab (FSL), Hørsholm, 2002. 78 s.

Nord-Larsen, T., H. Meilby, A. Lomholt og J. P. Skovsgaard (2009). Vidar - et program til opstilling af lokale produktionsoversigter. Skoven, 290-292.

Nord-Larsen, T., H. Meilby, A. Lomholt og J. P. Skovsgaard (2009). Opstilling af lokalt tilpassede produktionsoversigter med VIDAR. Skoven, 293-295.

Nord-Larsen, T., V. K. Johannsen, B. B. Jørgensen og A. Bastrup-Birk (2008). Skove og plantager 2006. Skov & Landskab, Hørsholm 185 s.

Johannsen, V. K. (1999). Allocation of stand growth to individual trees of Norway spruce in Denmark. IN: A growth model for oak in Denmark. Ph.D. dissertation. Royal Veterinary and Agricultural University. Danish Forest and Landscape Research Institute. 196 s.

Petersen, P. S. (upubl.). Stammemasse- og stammesideliniefunktioner for bøg. 1 pp.

Skov- og Naturstyrelsen (1976). Produktionsoversigter for træarter i Stats-skovene. Matematiske formler. 3 pp. Revideret 2000.

Statens Forstlige Forsøgsvæsen (1990). Skovbrugstabeller. Statens Forstlige Forsøgsvæsen, Frederiksberg, 270 s.

Tarp-Johannsen, M. J., J. P. Skovsgaard, S. F. Madsen, V. K. Johannsen og I. Skovgaard (1997). Compatible stem taper and stem volume functions for oak (*Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Matt) Liebl) in Denmark. Annales des Sciences Forestières, 54: 577- 595.

Tarp-Johansen, M. J. og P. S. Petersen (upubl.) Stammemasse- og stammesideliniefunktioner for ask.

Personlig kommunikation

Anders Christiansen, Konsulent, Kommunernes Landsforening, tlf. 33703411 e-mail ach@kl.dk

Jens Ole Bach, Chefkonsulent, Kommunernes Landsforening, tlf. e-mail job@kl.dk

Allan Bach Laursen, Driftsleder, Nyborg Kommune, tidligere Banestyrelsen, tlf. 20307130/63337948

Svend Oluf Ramborg, Frugtavlskonsulent Gartnerirådgivningen. Tlf. 87406631 e-mail svr@landscentret.dk

Anja Dahlberg, Projektleder, Miljøstyrelsen tlf. 72544393 e-mail awd@mst.dk

Henning Jørgensen, Seniorkonsulent, Renosam A/S tlf. 22516663 e-mail
hj@renosam.dk

Christian Christensen, Strategidirektør Solum A/S tlf. 43995020

Palle Kristoffersen, Seniorrådgiver, Skov & Landskab, tlf. 35331791 e-mail
pkrist@life.ku.dk

Bilag 1. Samlede hugstmængder

Tabel 9. Samlede hugstmængder ($m^3/\text{år}$) for de tre scenarier over de tre perioder 2010-2019, 2020-2029 og 2030-2039. Hugstmængderne er opgjort for kritiske udhugningsdiametre mellem 12 og 18 cm og for aflægningsgrænser (Aflægning) mellem 8 og 16 cm.

Kritisk udhugningsdiameter	Aflægning	Scenarium 1			Scenarium 2			Scenarium 3		
		Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
12	8	3.276.818	3.438.554	3.744.743	3.429.925	3.607.507	3.930.063	3.771.782	3.949.675	4.236.588
	10	3.246.442	3.408.904	3.718.716	3.405.059	3.584.489	3.911.295	3.771.042	3.947.933	4.234.322
	12	3.191.359	3.355.999	3.673.108	3.359.200	3.542.598	3.877.690	3.770.100	3.945.314	4.230.683
	14	3.097.012	3.266.254	3.595.604	3.279.829	3.470.500	3.819.319	3.769.068	3.941.184	4.225.028
	16	2.982.001	3.151.160	3.493.986	3.189.226	3.383.634	3.748.094	3.754.690	3.925.538	4.210.064
14	8	3.376.069	3.525.045	3.799.374	3.529.176	3.693.998	3.984.695	3.834.322	4.001.829	4.270.359
	10	3.351.046	3.499.746	3.776.776	3.509.662	3.675.331	3.969.355	3.831.322	3.998.413	4.267.045
	12	3.306.691	3.455.664	3.737.743	3.474.532	3.642.263	3.942.325	3.826.322	3.992.704	4.261.515
	14	3.231.373	3.381.429	3.672.353	3.414.189	3.585.674	3.896.067	3.818.019	3.983.313	4.252.496
	16	3.116.361	3.266.334	3.570.735	3.323.586	3.498.808	3.824.843	3.803.641	3.967.667	4.237.531
16	8	3.480.916	3.612.950	3.855.916	3.633.969	3.781.903	4.041.236	3.900.130	4.056.122	4.304.702
	10	3.459.784	3.590.474	3.835.790	3.618.331	3.766.059	4.028.369	3.896.740	4.052.428	4.301.186
	12	3.423.397	3.552.087	3.801.617	3.591.138	3.738.687	4.006.199	3.890.985	4.046.202	4.295.285
	14	3.362.456	3.488.496	3.745.191	3.545.108	3.692.741	3.968.906	3.881.466	4.036.004	4.285.672
	16	3.261.167	3.384.354	3.652.608	3.468.124	3.616.828	3.906.717	3.865.751	4.019.361	4.270.057
18	8	3.551.021	3.678.897	3.910.482	3.703.786	3.847.647	4.095.602	3.942.746	4.096.558	4.337.092
	10	3.533.840	3.660.454	3.893.015	3.692.036	3.835.789	4.085.352	3.939.641	4.093.135	4.333.775
	12	3.504.733	3.629.427	3.863.841	3.672.007	3.815.690	4.068.105	3.934.408	4.087.400	4.328.249
	14	3.456.880	3.578.898	3.816.711	3.638.841	3.782.644	4.039.967	3.925.860	4.078.111	4.319.353
	16	3.378.582	3.497.072	3.740.973	3.584.409	3.728.717	3.994.347	3.911.945	4.063.130	4.305.099

Bilag 2. Potentielle træbrændselsressourcer

Tabel 10. Potentielle årlige træbrændselsressourcer (m³) for Scenarium 1 ved forskellige kritiske udhugningsdiametre og aflægningsgrænser fordelt på sortimenter.

Scenarium 1		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
Aflægning	Sortiment	Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
		12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	124.201	168.621	264.648	308.802	85.750	134.888	223.637	260.636	128.447	150.896	198.705	246.027
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	195.395	195.395	195.781	198.260	184.837	184.837	184.837	186.686	262.570	262.570	262.570	264.292
10	Flis (løv)	124.201	168.621	264.648	308.802	85.750	134.888	223.637	260.636	128.447	150.896	198.705	246.027
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	195.395	195.395	195.781	198.260	184.837	184.837	184.837	186.686	262.570	262.570	262.570	264.292
12	Flis (løv)	124.201	168.621	264.648	308.802	85.750	134.888	223.637	260.636	128.447	150.896	198.705	246.027
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	195.395	195.395	195.781	198.260	184.837	184.837	184.837	186.686	262.570	262.570	262.570	264.292
14	Flis (løv)	124.201	168.621	264.648	308.802	85.750	134.888	223.637	260.636	128.447	150.896	198.705	246.027
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	195.395	195.395	195.781	198.260	184.837	184.837	184.837	186.686	262.570	262.570	262.570	264.292
16	Flis (løv)	124.201	168.621	264.648	308.802	85.750	134.888	223.637	260.636	128.447	150.896	198.705	246.027
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	195.395	195.395	195.781	198.260	184.837	184.837	184.837	186.686	262.570	262.570	262.570	264.292

Tabel 11. Potentielle årlige træbrændselsressourcer (m^3) for Scenarium 2 ved forskellige kritiske udhugningsdiametre og aflægningsgrænser fordelt på sortimenter.

Scenarium 2		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	211.547	255.966	351.994	396.148	172.468	221.606	310.354	347.354	216.428	238.876	286.686	334.008
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	261.156	261.156	261.489	263.679	267.072	267.072	267.072	268.718	359.910	359.910	359.910	361.431
10	Flis (løv)	211.547	255.966	351.994	396.148	172.468	221.606	310.354	347.354	216.428	238.876	286.686	334.008
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	266.665	266.665	266.982	269.110	273.704	273.704	273.704	275.303	367.168	367.168	367.168	368.648
12	Flis (løv)	211.547	255.966	351.994	396.148	172.468	221.606	310.354	347.354	216.428	238.876	286.686	334.008
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	275.890	275.890	276.177	278.188	284.718	284.718	284.718	286.231	379.171	379.171	379.171	380.576
14	Flis (løv)	211.547	255.966	351.994	396.148	172.468	221.606	310.354	347.354	216.428	238.876	286.686	334.008
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	290.865	290.865	291.088	292.875	302.364	302.364	302.364	303.714	398.304	398.304	398.304	399.567
16	Flis (løv)	211.547	255.966	351.994	396.148	172.468	221.606	310.354	347.354	216.428	238.876	286.686	334.008
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	263.969	371.132	458.167	579.917	179.076	264.309	329.565	449.074	221.273	283.957	339.005	423.902
	Flis (HS)	315.274	315.274	315.392	316.740	330.594	330.594	330.594	331.613	428.698	428.698	428.698	429.686

Tabel 12. Potentielle årlige træbrændselsressourcer for Scenarium 3 ved forskellige kritiske udhugningsdiametre og aflægningsgrænser fordelt på sortimenter.

Scenarium 3		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	410.031	440.651	513.237	547.833	378.701	411.678	478.358	507.510	408.413	423.497	459.170	496.428
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	407.343	491.593	563.084	667.193	315.011	382.068	435.779	537.830	335.812	385.000	429.987	502.972
	Flis (HS)	261.156	261.156	261.489	263.679	267.072	267.072	267.072	268.718	359.910	359.910	359.910	361.431
10	Flis (løv)	410.031	440.651	513.237	547.833	378.701	411.678	478.358	507.510	408.413	423.497	459.170	496.428
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	431.468	508.107	575.333	675.837	336.287	397.319	447.930	546.264	352.316	397.026	439.338	509.906
	Flis (HS)	266.665	266.665	266.982	269.110	273.704	273.704	273.704	275.303	367.168	367.168	367.168	368.648
12	Flis (løv)	410.031	440.651	513.237	547.833	378.701	411.678	478.358	507.510	408.413	423.497	459.170	496.428
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	476.385	538.237	596.770	690.633	375.560	424.677	469.077	560.628	382.280	418.526	455.607	521.626
	Flis (HS)	275.890	275.890	276.177	278.188	284.718	284.718	284.718	286.231	379.171	379.171	379.171	380.576
14	Flis (løv)	410.031	440.651	513.237	547.833	378.701	411.678	478.358	507.510	408.413	423.497	459.170	496.428
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	554.725	590.277	633.282	715.251	443.528	471.876	504.823	584.385	434.998	455.764	483.287	540.868
	Flis (HS)	290.865	290.865	291.088	292.875	302.364	302.364	302.364	303.714	398.304	398.304	398.304	399.567
16	Flis (løv)	410.031	440.651	513.237	547.833	378.701	411.678	478.358	507.510	408.413	423.497	459.170	496.428
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	202.720	202.500	202.500	202.500	202.500	199.998	199.998	199.998	199.998
	Brænde (10-20)	294.305	277.083	238.439	213.026	289.666	270.470	234.486	212.777	263.846	255.462	234.478	206.630
	Flis (UH)	630.950	666.502	694.552	755.769	514.747	543.095	564.094	623.331	491.258	512.024	529.861	572.234
	Flis (HS)	315.274	315.274	315.392	316.740	330.594	330.594	330.594	331.613	428.698	428.698	428.698	429.686

Bilag 3. Potentielle energimængder ved afbrænding af træbrændsler

Tabel 13. Potentielle energimængder (PJ) ved afbrænding af træbrændsler for scenarium 1.

Scenarium 1		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	1,244	1,687	2,614	3,049	864	1,362	2,227	2,593	1,303	1,530	2,003	2,484
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,130	1,130	1,133	1,149	1,047	1,047	1,047	1,059	1,480	1,480	1,480	1,492
10	Flis (løv)	1,244	1,687	2,614	3,049	864	1,362	2,227	2,593	1,303	1,530	2,003	2,484
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,130	1,130	1,133	1,149	1,047	1,047	1,047	1,059	1,480	1,480	1,480	1,492
12	Flis (løv)	1,244	1,687	2,614	3,049	864	1,362	2,227	2,593	1,303	1,530	2,003	2,484
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,130	1,130	1,133	1,149	1,047	1,047	1,047	1,059	1,480	1,480	1,480	1,492
14	Flis (løv)	1,244	1,687	2,614	3,049	864	1,362	2,227	2,593	1,303	1,530	2,003	2,484
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,130	1,130	1,133	1,149	1,047	1,047	1,047	1,059	1,480	1,480	1,480	1,492
16	Flis (løv)	1,244	1,687	2,614	3,049	864	1,362	2,227	2,593	1,303	1,530	2,003	2,484
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,130	1,130	1,133	1,149	1,047	1,047	1,047	1,059	1,480	1,480	1,480	1,492

Tabel 14. Potentielle energimængder (PJ) ved afbrænding af træbrændsler for scenarium 2.

Scenarium 2		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
Aflægning	Sortiment	Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
		12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	2,131	2,574	3,501	3,936	1,738	2,237	3,101	3,467	2,184	2,411	2,884	3,365
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,581	1,581	1,583	1,598	1,611	1,611	1,611	1,622	2,151	2,151	2,151	2,161
10	Flis (løv)	2,131	2,574	3,501	3,936	1,738	2,237	3,101	3,467	2,184	2,411	2,884	3,365
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,617	1,617	1,620	1,634	1,656	1,656	1,656	1,666	2,200	2,200	2,200	2,210
12	Flis (løv)	2,131	2,574	3,501	3,936	1,738	2,237	3,101	3,467	2,184	2,411	2,884	3,365
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,679	1,679	1,681	1,695	1,729	1,729	1,729	1,740	2,280	2,280	2,280	2,290
14	Flis (løv)	2,131	2,574	3,501	3,936	1,738	2,237	3,101	3,467	2,184	2,411	2,884	3,365
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,779	1,779	1,780	1,793	1,848	1,848	1,848	1,857	2,409	2,409	2,409	2,417
16	Flis (løv)	2,131	2,574	3,501	3,936	1,738	2,237	3,101	3,467	2,184	2,411	2,884	3,365
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	1,640	2,350	2,923	3,738	1,133	1,720	2,161	2,952	1,311	1,730	2,107	2,690
	Flis (HS)	1,942	1,942	1,943	1,952	2,037	2,037	2,037	2,043	2,612	2,612	2,612	2,619

Tabel 15. Potentielle energimængder (PJ) ved afbrænding af træbrændsler for scenarium 3.

Scenarium 3		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
8	Flis (løv)	4,083	4,389	5,089	5,430	3,767	4,102	4,751	5,039	4,073	4,225	4,579	4,957
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	2,600	3,157	3,627	4,323	2,056	2,516	2,879	3,554	2,098	2,426	2,734	3,235
	Flis (HS)	1,581	1,581	1,583	1,598	1,611	1,611	1,611	1,622	2,151	2,151	2,151	2,161
10	Flis (løv)	4,083	4,389	5,089	5,430	3,767	4,102	4,751	5,039	4,073	4,225	4,579	4,957
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	2,758	3,265	3,707	4,380	2,197	2,617	2,959	3,609	2,208	2,507	2,797	3,281
	Flis (HS)	1,617	1,617	1,620	1,634	1,656	1,656	1,656	1,666	2,200	2,200	2,200	2,210
12	Flis (løv)	4,083	4,389	5,089	5,430	3,767	4,102	4,751	5,039	4,073	4,225	4,579	4,957
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	3,051	3,462	3,848	4,476	2,459	2,798	3,098	3,704	2,410	2,652	2,906	3,360
	Flis (HS)	1,679	1,679	1,681	1,695	1,729	1,729	1,729	1,740	2,280	2,280	2,280	2,290
14	Flis (løv)	4,083	4,389	5,089	5,430	3,767	4,102	4,751	5,039	4,073	4,225	4,579	4,957
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	3,566	3,803	4,088	4,637	2,914	3,110	3,333	3,861	2,766	2,905	3,093	3,489
	Flis (HS)	1,779	1,779	1,780	1,793	1,848	1,848	1,848	1,857	2,409	2,409	2,409	2,417
16	Flis (løv)	4,083	4,389	5,089	5,430	3,767	4,102	4,751	5,039	4,073	4,225	4,579	4,957
	Brænde (20-30)	2,903	2,731	2,357	2,107	2,864	2,669	2,317	2,103	2,621	2,536	2,328	2,045
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	2,014	2,013	2,013	2,013	2,013	1,981	1,981	1,981	1,981
	Flis (UH)	4,070	4,307	4,492	4,903	3,387	3,583	3,725	4,119	3,147	3,286	3,408	3,700
	Flis (HS)	1,942	1,942	1,943	1,952	2,037	2,037	2,037	2,043	2,612	2,612	2,612	2,619

Bilag 4. Potentielle træbrændselsressourcer (ekstrem)

Tabel 16. Potentielle årlige træbrændselsressourcer (m3) for Scenarium 2 ved forskellige kritiske udhugningsdiametre og aflægningsgrænser fordelt på sortimenter.

Scenarium 2		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
12	Flis (løv)	339.186	431.632	607.378	716.307	295.008	378.833	539.664	657.054	270.765	369.246	509.573	598.113
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	422.058	727.824	990.441	1.166.651	293.127	573.300	813.455	1.017.830	337.829	520.220	740.293	909.329
	Flis (HS)	293.348	338.064	626.740	786.027	296.244	318.963	650.082	829.704	388.424	415.844	737.338	938.011
14	Flis (løv)	339.186	431.632	607.378	716.307	295.008	378.833	539.664	657.054	270.765	369.246	509.573	598.113
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	422.058	727.824	990.441	1.166.651	293.127	573.300	813.455	1.017.830	337.829	520.220	740.293	909.329
	Flis (HS)	314.691	355.589	632.840	789.158	318.359	339.207	657.449	833.768	411.635	436.886	745.890	942.946
16	Flis (løv)	339.186	431.632	607.378	716.307	295.008	378.833	539.664	657.054	270.765	369.246	509.573	598.113
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	422.058	727.824	990.441	1.166.651	293.127	573.300	813.455	1.017.830	337.829	520.220	740.293	909.329
	Flis (HS)	350.179	383.860	641.830	793.607	354.443	371.710	668.293	839.562	449.337	470.477	758.450	949.986
18	Flis (løv)	339.186	431.632	607.378	716.307	295.008	378.833	539.664	657.054	270.765	369.246	509.573	598.113
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	422.058	727.824	990.441	1.166.651	293.127	573.300	813.455	1.017.830	337.829	520.220	740.293	909.329
	Flis (HS)	408.800	431.157	654.961	799.783	414.288	425.661	684.100	847.640	511.813	525.853	776.704	959.807
20	Flis (løv)	339.186	431.632	607.378	716.307	295.008	378.833	539.664	657.054	270.765	369.246	509.573	598.113
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	422.058	727.824	990.441	1.166.651	293.127	573.300	813.455	1.017.830	337.829	520.220	740.293	909.329
	Flis (HS)	491.446	507.062	674.191	808.237	504.426	512.300	707.202	858.761	604.568	614.048	803.273	973.342

Tabel 17. Potentielle årlige træbrændselsressourcer (m^3) for Scenarium 3 ved forskellige kritiske udhugningsdiametre og aflægningsgrænser fordelt på sortimenter.

Scenarium 3		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
12	Flis (løv)	503.550	576.466	721.861	813.459	466.806	532.880	665.935	764.500	447.092	524.763	641.071	715.290
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	566.644	805.834	1.029.415	1.184.422	436.594	654.817	860.799	1.040.880	454.335	597.456	786.602	935.808
	Flis (HS)	293.348	338.064	626.740	786.027	296.244	318.963	650.082	829.704	388.424	415.844	737.338	938.011
14	Flis (løv)	503.550	576.466	721.861	813.459	466.806	532.880	665.935	764.500	447.092	524.763	641.071	715.290
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	606.851	819.033	1.033.865	1.186.042	476.134	668.012	866.032	1.042.886	483.982	609.771	791.525	938.006
	Flis (HS)	314.691	355.589	632.840	789.158	318.359	339.207	657.449	833.768	411.635	436.886	745.890	942.946
16	Flis (løv)	503.550	576.466	721.861	813.459	466.806	532.880	665.935	764.500	447.092	524.763	641.071	715.290
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	673.561	839.798	1.040.466	1.188.368	540.016	688.693	873.772	1.045.764	532.438	629.089	798.790	941.159
	Flis (HS)	350.179	383.860	641.830	793.607	354.443	371.710	668.293	839.562	449.337	470.477	758.450	949.986
18	Flis (løv)	503.550	576.466	721.861	813.459	466.806	532.880	665.935	764.500	447.092	524.763	641.071	715.290
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	754.144	872.253	1.050.140	1.191.638	615.514	720.959	885.065	1.049.808	591.507	659.339	809.363	945.589
	Flis (HS)	408.800	431.157	654.961	799.783	414.288	425.661	684.100	847.640	511.813	525.853	776.704	959.807
20	Flis (løv)	503.550	576.466	721.861	813.459	466.806	532.880	665.935	764.500	447.092	524.763	641.071	715.290
	Brænde (20-30)	202.720	202.720	202.720	154.483	202.500	202.500	202.500	154.107	199.998	199.998	199.998	161.057
	Brænde (10-20)	244.983	190.420	117.988	99.852	242.017	193.144	124.717	104.772	242.480	184.856	127.085	112.728
	Flis (UH)	825.119	920.266	1.064.188	1.196.184	682.433	769.344	901.401	1.055.427	647.854	704.284	824.590	951.748
	Flis (HS)	491.446	507.062	674.191	808.237	504.426	512.300	707.202	858.761	604.568	614.048	803.273	973.342

Bilag 5. Potentielle energimængder ved afbrænding af træbrændsler (ekstrem)

Tabel 18. Potentielle energimængder (PJ) ved afbrænding af træbrændsler for scenarium 2.

Scenarium 2		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
12	Flis (løv)	3,374	4,279	5,997	7,079	2,946	3,783	5,348	6,510	2,723	3,718	5,096	5,974
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	2,679	4,711	6,457	7,633	1,914	3,775	5,410	6,764	2,067	3,321	4,821	5,977
	Flis (HS)	1,794	2,089	4,013	5,104	1,806	1,956	4,171	5,403	2,341	2,523	4,666	6,052
14	Flis (løv)	3,374	4,279	5,997	7,079	2,946	3,783	5,348	6,510	2,723	3,718	5,096	5,974
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	2,679	4,711	6,457	7,633	1,914	3,775	5,410	6,764	2,067	3,321	4,821	5,977
	Flis (HS)	1,936	2,206	4,054	5,125	1,953	2,091	4,220	5,429	2,496	2,664	4,724	6,085
16	Flis (løv)	3,374	4,279	5,997	7,079	2,946	3,783	5,348	6,510	2,723	3,718	5,096	5,974
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	2,679	4,711	6,457	7,633	1,914	3,775	5,410	6,764	2,067	3,321	4,821	5,977
	Flis (HS)	2,172	2,394	4,114	5,154	2,194	2,308	4,293	5,468	2,748	2,889	4,808	6,132
18	Flis (løv)	3,374	4,279	5,997	7,079	2,946	3,783	5,348	6,510	2,723	3,718	5,096	5,974
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	2,679	4,711	6,457	7,633	1,914	3,775	5,410	6,764	2,067	3,321	4,821	5,977
	Flis (HS)	2,562	2,710	4,202	5,195	2,594	2,669	4,399	5,521	3,165	3,259	4,932	6,198
20	Flis (løv)	3,374	4,279	5,997	7,079	2,946	3,783	5,348	6,510	2,723	3,718	5,096	5,974
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	2,679	4,711	6,457	7,633	1,914	3,775	5,410	6,764	2,067	3,321	4,821	5,977
	Flis (HS)	3,112	3,215	4,332	5,251	3,196	3,248	4,554	5,595	3,784	3,848	5,112	6,289

Tabel 19. Potentielle energimængder (PJ) ved afbrænding af træbrændsler for scenarium 3.

Scenarium 3		Periode 1				Periode 2				Periode 3			
		Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter				Kritisk udhugningsdiameter			
Aflægning	Sortiment	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
12	Flis (løv)	4,993	5,707	7,128	8,038	4,634	5,294	6,589	7,565	4,456	5,242	6,383	7,120
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	3,645	5,233	6,718	7,751	2,878	4,327	5,728	6,919	2,867	3,850	5,138	6,156
	Flis (HS)	1,794	2,089	4,013	5,104	1,806	1,956	4,171	5,403	2,341	2,523	4,666	6,052
14	Flis (løv)	4,993	5,707	7,128	8,038	4,634	5,294	6,589	7,565	4,456	5,242	6,383	7,120
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	3,910	5,320	6,747	7,761	3,139	4,415	5,762	6,932	3,068	3,933	5,171	6,171
	Flis (HS)	1,936	2,206	4,054	5,125	1,953	2,091	4,220	5,429	2,496	2,664	4,724	6,085
16	Flis (løv)	4,993	5,707	7,128	8,038	4,634	5,294	6,589	7,565	4,456	5,242	6,383	7,120
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	4,351	5,456	6,791	7,776	3,563	4,553	5,812	6,951	3,396	4,063	5,219	6,191
	Flis (HS)	2,172	2,394	4,114	5,154	2,194	2,308	4,293	5,468	2,748	2,889	4,808	6,132
18	Flis (løv)	4,993	5,707	7,128	8,038	4,634	5,294	6,589	7,565	4,456	5,242	6,383	7,120
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	4,885	5,670	6,854	7,797	4,066	4,768	5,886	6,977	3,797	4,266	5,290	6,221
	Flis (HS)	2,562	2,710	4,202	5,195	2,594	2,669	4,399	5,521	3,165	3,259	4,932	6,198
20	Flis (løv)	4,993	5,707	7,128	8,038	4,634	5,294	6,589	7,565	4,456	5,242	6,383	7,120
	Brænde (20-30)	2,422	1,889	1,180	1,000	2,394	1,906	1,240	1,043	2,409	1,826	1,260	1,117
	Brænde (10-20)	2,014	2,014	2,014	1,531	2,013	2,013	2,013	1,528	1,981	1,981	1,981	1,596
	Flis (UH)	5,354	5,988	6,946	7,826	4,513	5,093	5,993	7,014	4,180	4,570	5,392	6,261
	Flis (HS)	3,112	3,215	4,332	5,251	3,196	3,248	4,554	5,595	3,784	3,848	5,112	6,289



Skov & Landskab
Københavns Universitet
Rolighedsvej 23
1958 Fredriksberg C
Tel. 3533 1500
sl@life.ku.dk
www.sl.life.ku.dk

Nationalt center for
forskning, uddannelse og
rådgivning i skov
og skovprodukter,
landskabsarkitektur og
landskabsforvaltning,
byplanlægning og bydesign